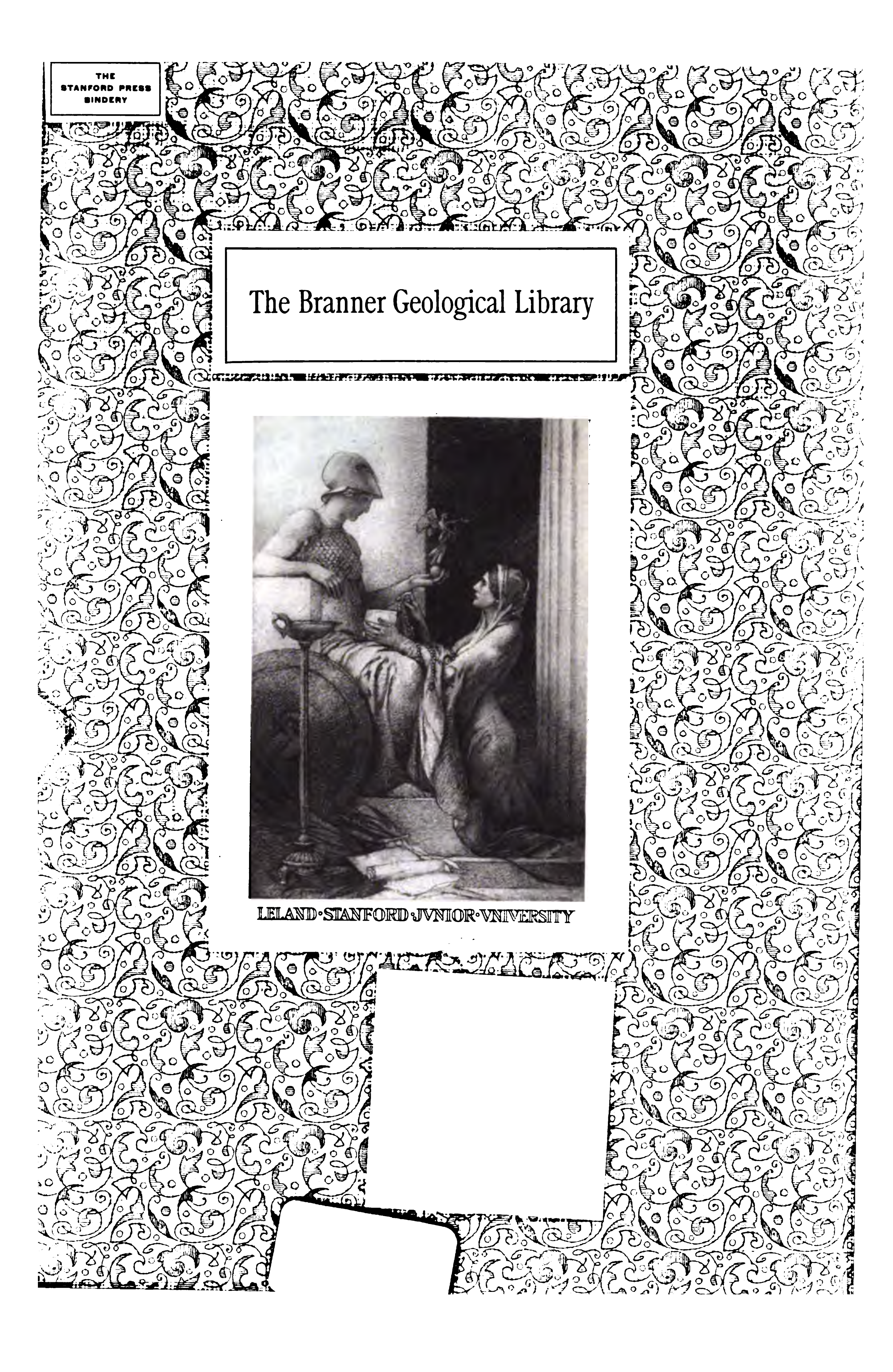

THE
STANFORD PRESS
BINDERY
The Branner Geological Library
LELAND·STANFORD·JVNIOR·VNIVERSITY



J. C. Branner

MEMORIAS

DE LA

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

MEMORIAS

DE LA

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO

DE

ESPAÑA

EXPLICACIÓN

DEL

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

POR

L. MALLADA

TOMO III

SISTEMAS DEVONIANO Y CARBONÍFERO

MADRID
EST. TIP. VIUDA E HIJOS DE M. TELLO
IMPRESOR DE CÁMARA DE S. M.
Carrera de San Francisco, 4
1898

La Comisión del Mapa geológico de España hace presente que las opiniones y hechos consignados en sus MEMORIAS *y* BOLETÍN *son de la exclusiva responsabilidad de los autores de los trabajos.*

Artículo 1.° Los estudios y trabajos para la formación del Mapa geológico de España se llevarán á cabo por todos los Ingenieros del Cuerpo de Minas simultáneamente.

Artículo 2.° Queda encomendada á la Junta superior facultativa de Minería la alta inspección de los trabajos del Mapa geológico, para lo cual se creará en ella una Sección especial.

Artículo 4.° Existirá una Comisión, compuesta de Ingenieros de Minas, exclusivamente dedicada á la formación del Mapa geológico de España, ya reuniendo, ya ordenando y rectificando los trabajos que fuera de ella se hagan y los datos que se la remitan, ya practicando los estudios que le compete ejecutar por sí misma.

Artículo 5.° Formarán parte de la Comisión los Profesores de las asignaturas de Geología, Paleontología, Mineralogía y Química analítica y Docimasia de la Escuela especial de Minas.

(Decreto de 28 de Marzo de 1873.)

PERSONAL

DE LA

COMISIÓN EJECUTIVA DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Ilmo. Sr. D. Justo Egozcue y Cía. *(Director.)*
Excmo. Sr. D. Daniel de Cortázar. *(Subdirector.)*
Sr. D. Joaquín Gonzalo y Tarín.
Marcial de Olavarría. *(Secretario.)*
Lucas Mallada.
Pedro Palacios.
Excmo. Sr. D. Justo Martín Lunas.
Sr. D. Gabriel Puig y Larraz.
Rafael Sánchez Lozano.

PROFESORES DE LA ESCUELA ESPECIAL DE MINAS
AGREGADOS Á LA COMISIÓN

Sr. D. Ramón Pellico y Molinillo.
Francisco Pinar.
Florentino Azpeitia.

Las publicaciones de esta Comisión están autorizadas por orden de la Dirección general de Obras públicas, Agricultura, Industria y Comercio, fecha 30 de Junio de 1873, por la que se dispuso entre otras cosas:

1.° Que el Director de la Comisión del Mapa geológico de España pueda publicar las memorias, mapas, descripciones y noticias geológicas que juzgue oportuno, en cuadernos periódicos, en análoga forma á la de los Boletines y Memorias de las Sociedades geológicas de Londres y de Francia.

2.° Que la Comisión establezca la venta y subscripción de sus producciones, á fin de que los recursos que así se obtengan se inviertan en los gastos de la publicación.

3.° Que la Dirección general proponga oportunamente la subscripción oficial á un cierto número de ejemplares, como medio de auxiliar trabajos tan importantes.

CAPÍTULO VI

SISTEMA DEVONIANO

ARTÍCULO PRIMERO

GENERALIDADES

Comparado con los dos sistemas anteriores, el devoniano es de mucha menor importancia; pero relativamente á su extensión, ofrece tanto interés como ellos por sus caracteres estratigráficos, y mucho mayor por los paleontológicos, pues á partir de él se multiplican las formas orgánicas, según detallaré más adelante.

Extensión.—A 3973 km. se reduce la extensión superficial del devoniano en España, según se dibuja en el Mapa general, correspondiendo la mayor parte de aquélla á la región cantábrica, donde se distribuyen 2795 de este modo: 1674 en Asturias, 919 en las montañas de León, 192 en Palencia y los 10 restantes en Santander. En la región pirenáica se miden 693, de los cuales pertenecen 550 á Lérida, y el resto se reparte entre Gerona, Navarra, Barcelona y Huesca; pero en estas dos últimas el sistema es realmente bastante más extenso de lo que se marca. Para el resto de la nación, en diferentes islotillos, se cuentan 485 kilómetros cuadrados, 183 de los cuales pertenecen á Ciudad Real, 80 se figuran en Baleares, otros 80 en Badajoz, repartiéndose los restantes en las provincias de Cáceres, Teruel y Zaragoza, Zamora, Guadalajara, Cuenca y Córdoba, las cuatro últimas con muy exiguos isleos.

PETROLOGÍA

Tres rocas constituyen casi enteramente el devoniano de la Península, y en orden á su importancia son las calizas, las pizarras arcillosas y las areniscas.

Calizas.—Generalmente son compactas, de variados colores, predominando los matices claros, principalmente el gris azulado. Las rojizas difieren de las amigdaloideas de análoga coloración trasladadas al carbonífero, por ser de tonos más obscuros con cierto matiz morado, en vez de rojo ladrillo; sus bancos se subdividen en lechos muy delgados alternantes con pizarras arcillosas.

Al microscopio se nota que están constituídas por fragmentos diminutos de coralarios, crinoides, prismas procedentes de conchas de braquiópodos y gránulos calizos cimentados por una pasta arcillosa impregnada de materias carbonosas ó ferruginosas.

Se distinguen las calizas devonianas de las carboníferas por carecer de cristalillos de cuarzo y restos de foraminíferos. En varios sitios pasan gradualmente á dolomíticas y con frecuencia encierran sílice fibroso-radiada ó concrecionada, fijándose esta substancia principalmente en los coralarios, braquiópodos y otros fósiles, en cuyo caso se observan al microscopio diminutos esferolitos apretados, yuxtapuestos, de textura á la vez radiada y concéntrica, con cavidades tapizadas de otra capa más gruesa de calcedonia, cuyas fibras se agrupan en sectores esféricos. Estos fósiles devonianos silíceos vienen á ser geodas de ágata con las paredes tapizadas de cristales de cuarzo, y como materias extrañas se hallan envueltos romboedros amarillentos de calcita ó de dolomía.

Bancos hay en que la caliza es compacta en grandes masas y está ligeramente manchada por óxidos de hierro ó por materias carbonosas; pero en la mayor parte de los parajes donde se encuentra la roca, está fuertemente impregnada de arcilla y son muy numerosos sus tránsitos á las margas, haciéndose deleznables en diversos grados.

Cuando es dolomítica, se hace más dura y descuella en ásperos riscos cercados de peñascos.

Pizarras arcillosas.—Las pizarras devonianas son casi siempre arcillosas, de textura y consistencia más uniforme que las cambrianas y silurianas, sumamente foliáceas y deleznables, con grandes variaciones de coloración, ya comparando unas fajas con otras de manchas inmediatas, ya en las mismas fajas gris-verdosas, amarillentas y moradas. Con frecuencia son calíferas; y si se examinan al microscopio, se suelen observar fragmentos de moluscos y crinoides, porciones ó playas de calcita, una pasta de granos de cuarzo, pajuelas de mica blanca, materia carbonosa, y á veces agujitas de turmalina y de rutilo.

Alternan repetidas veces con las otras rocas del sistema; y en muchos sitios en que tocan á las calizas pasan á margas pizarreñas, rojizas ó grises generalmente, llenas de artejos de crinoides.

A primera vista muchas pizarras arcillosas que en Asturias llaman *cayuela*, se confundirían con algunas variedades de las carboníferas cuando éstas son divisibles en menudos y delgados fragmentos; pero el color de aquéllas es más uniforme y siempre se asocia á las otras rocas del sistema.

Areniscas.—La mayor parte de las areniscas devonianas son muy ferruginosas, hasta el punto que en varias localidades constituyen por sí solas verdaderas menas de hierro más ó menos explotadas. Están formadas de granos de cuarzo clástico, hojuelas de talco ó de mica y una pasta arcillo-ferruginosa ó teñida por productos de oxidación del hierro. Es dudoso si se han formado directamente en aguas cargadas de óxidos de hierro, ó si éstos las impregnaron después de su sedimentación; y cuando encierran restos orgánicos, lo cual es frecuente en casi todas las manchas, desapareció por completo la materia caliza fosilizante absorbida por la masa arenácea ó expelida por el agua que la penetró y se infiltró entre ella. Los fósiles se redujeron al estado de moldes que dejaron huecos, dando á la roca una textura cavernosa, hecho muy común en diversas edades geológicas, pero más frecuente en la devoniana.

Muchas areniscas contienen segregaciones de minerales cobrizos ó de otras substancias metálicas en manchas pequeñas, casi siempre microscópicas.

Según la proporción y coherencia de la arcilla que constantemente sirve de cimento, las areniscas se presentan en bancos de diversos gruesos con salientes más ó menos proporcionados en el terreno. A veces sus bancos son gruesos y se destacan en peñones como las cuarcitas, ó se reducen á delgados lechos alternantes con pizarrilla, desmoronadizos y sin notables relieves ú ocultos bajo la tierra vegetal que mezclada con otros detritus produjeron; y también hay otras areniscas que por la desigual coloración del óxido de hierro se ofrecen flameadas ó en fajas alternativamente rojas, blancas y amarillentas.

Otras areniscas contienen diversas cantidades de substancias filádicas ó feldespáticas, son de colores agrisados ó parduzcos y pasan á grauwackas en bancos de distintos espesores. Otras, por el contrario, se confunden con las verdaderas cuarcitas por el predominio de la materia silícea en su pasta y en su cimento.

CARACTERES ESTRATIGRÁFICOS

Los estratos devonianos, lo mismo que los silurianos, tienen casi siempre fuertes inclinaciones y se tuercen en numerosas inflexiones con multiplicados ensanches y estrecheces, arcos y pliegues, profundas dislocaciones y torceduras, de cuyos detalles se tratará en los siguientes artículos.

CARACTERES PALEONTOLÓGICOS

Es el devoniano un sistema mucho más rico en restos orgánicos que los otros dos paleozóicos anteriormente descritos, y proporcionalmente á su extensión pocos hay en toda la serie cronológica que

le excedan en importancia paleontológica. Las 254 especies registradas en mi *Catálogo general* no son ciertamente más que una pequeña fracción del total que se reunirá cuando los estudios de detalle sigan á las investigaciones efectuadas hasta la fecha.

Una sola planta, el *Archæocalamites Renaulti*, Herm., es el único resto del reino vegetal de que hasta la fecha se tenga noticia. Las restantes especies pertenecen al reino animal.

Fragmentos mal definidos hallados por Barrois en Asturias, presentan algún parecido con los de *Stegonadyctium*, esponjas del grupo de los hexactinélidos, representando las formas de más sencilla organización de la serie zoológica en este sistema, cuya fauna, en cambio, es de las más ricas en coralarios, tanto del orden de los rugosos ó *Tetracoralla*, como de los *Hexacoralla* ó tabulados. Entre los primeros se encuentran diferentes especies de los géneros *Zafrentis*, *Cyathophyllum*, *Acervularia*, *Cystiphyllum*, *Combophyllum*, *Amplexus*, *Metriophyllum*, *Acanthophyllum*, *Phillipsastræa*, *Pachyphyllum*, *Michelinia*, *Calceola*, *Hadrophyllum*, *Aulacophyllum* y *Microplasma*, y entre los segundos los *Favosites*, *Pachypora*, *Monticulopora*, *Alveolites*, *Cœnites*, *Emmonsia* y *Trachypora*.

Las especies *Cyathophyllum ceratites*, Gold.; *C. cæspitosum*, Gold.; *Favosites Goldfussi*, Edw. et Haime; *F. fibrosa*, Gold.; *Pachypora polymorpha*, Gold., sp.; *P. cervicornis*, Gold., son las que más contribuyeron en extensión y profundidad á la formación de ciertos bancos de calizas devonianas de la Península, encontrándose también muy extendidos el *Pleurodictyum problematicum*, Gold., y el *Combophyllum leonense*, Edw. et Haime.

Dos hidrocorálidos, la *Stromatopora concentrica*, Gold., en los tramos de Nieva, Ferroñes, Arnao y Moniello (coblentziense y eifeliense), y la *S. verrucosa*, Gold., en el de Ferroñes, son tan abundantes y característicos del devoniano de Asturias, que constituyen por sí solos bancos enteros, y por su número contribuyeron tanto como los tetracorales á la formación de las calizas.

Las de la región NO. contienen los mismos géneros de crinoides que los que caracterizan el sistema en las orillas del Rhin, existien-

do en los tramos de Ferroñes, Arnao y Moniello los géneros *Haplocrinus*, *Hexacrinus*, *Ctenocrinus* (ó sea *Pradocrinus*), *Actinocrinus*, *Rhodocrinus*, *Entrochus*, *Pentacrinus* y *Cyathocrinus*. El *Cyathocrinus pinnatus*, Gold., es el crinoide á que mayor extensión se atribuye.

Se registran hasta la fecha diez especies de blastoides peculiares de la región cantábrica, sin que del resto de España se tenga noticia de haberse hallado un solo resto de este orden.

A seis especies del *Fenestella*, una *Retepora* (la *R. dubia*, Orb.) y una *Rosacilla* (la *R. emersa*, Roemer), se reducen los briozoos catalogados, casi todos también de la región NO. Numéricamente son muy abundantes; y refiriéndose en particular á los de Asturias, advierte el Sr. Barrois que sus formas tienen más afinidades con las del siluriano superior de Inglaterra que con las del carbonífero, pues sus ramos son pequeños, de forma cónica, con la base muy desarrollada, abriéndose sus celdillas en la cara externa.

Sabido es que entre todos los moluscos, los braquiópodos son los más abundantes genéricamente en los sistemas paleozóicos, correspondiendo su mayor número al devoniano, donde hasta la fecha hay catalogadas en España 105 especies. Muchos géneros, tales como *Spirifer*, *Athyris*, *Retzia*, *Atrypa*, *Rhynchonella*, *Strophomena* y *Chonetes*, son ya conocidos en el siluriano superior de otras comarcas. Otros característicos del devoniano, como los *Meganteris*, *Anophoteca*, *Centronella*, *Cryptonella* y *Nucleospira*, están representados por algunas especies en la región cantábrica; pero otros dos, el *Uncites* y el *Stringocephalus*, esencialmente devonianos en otros países, faltan por completo en la Península.

Entre todos los braquiópodos, el género más abundante en especies es el *Spirifer*, del que se cuentan 22, la mayor parte del grupo de los *alati* ó de alas muy extensas. Los *S. curvatus*, Schlz., y *S. concentricus*, Schnur., de concha lisa, son poco frecuentes; y se hallan representados por igual los dos grupos *ostiolati* ó de seno liso, y *aperturati* ó de seno cubierto de pliegues, los primeros característicos del devoniano inferior y los últimos sólo abundantes en el superior. Las especies del género que más abundan son *S. hystericus*,

Schlz., para el coblentziense; *S. Ezquerræ*, Vern., y *S. cultrijugatus*, para el eifeliense, y el *S. disjunctus*, Sow. (var. *Verneuili*, Murch.), recogido en cuatro niveles del sistema.

Son también frecuentes en diferentes comarcas las siguientes especies: *Productus Murchisoni*, Rou.; *Orthis Beaumonti*, Vern.; *O. striatula*, Schlot.; *O. fascicularis*, Orb.; *O. orbicularis*, Vern.; *O. eifelensis*, Vern.; *Streptorhynchus crenistria*, Phill.; *Strophomena rhomboidalis*, Wilk.; *Leptæna Murchisoni*, Vern.; *L. Sedgwicki*, Vern. et Arch.; *L. Dutertrii*, Murch.; *L. bifida*, Roem.; *Cyrtina heteroclita*, Defr.; *Athyris concentrica*, Buch.; *A. subconcentrica*, Vern. et Arch.; *A. Ferronensis*, Vern. et Arch.; *A. Ezquerra*, Vern.; *Retzia Adrieni*, Vern. et Arch. sp.; *Atrypa reticularis*, Lin. sp.; *A. aspera*, Schlot. sp.; *Rhynchonella Orbignyana*, Vern. sp.; *R. pila*, Schnur.; *R. Pareti*, Vern. sp.; *R. Mariana*, Vern. et Barr.; *Terebratula Archiaci*, Vern., y *T. Schulzii*, Vern.

Tanto escasean en el devoniano los braquiópodos *pleuropygia*, ó sean los desprovistos de charnela articulada, que sólo se cita una especie, la *Crania proavia*, Gold., en la zona de Candás.

Poco abundan en este sistema los lamelibranquios, de que únicamente se registran 15 especies en nuestro *Catálogo*; pero hay una, descubierta por el Sr. Barrois, que merece singular mención, y es la *Gosseletia devonica*, de la familia *Pterineidæ*, que á dicho geólogo sirvió para designar las areniscas de ese nombre, equivalentes al givetiense ó devoniano medio.

Menor es todavía la importancia de los gasterópodos y pterópodos, pues son pocas las localidades y escasos los ejemplares recogidos, correspondientes casi todos á los géneros *Pleurotomaria*, *Platysoma*, *Platiceras* y *Tentaculites*.

Dos *Orthoceras* (el *O. crassum*, Roemer, y el *O. Jovellani*. Vern.) yacen en el devoniano inferior de la región cantábrica, donde está algo mejor representado el *Goniatites* con especies del grupo *nautilini*, faltando, en cambio, el *Clymenia*. La suma total de cefalópodos se reduce á una docena de especies.

La *Serpula omphalotes* de los tramos de Ferroñes, Moniello y Can-

dás es el único gusano del devoniano de España, si bien acaso deban referirse á los anélidos ciertas huellas borrosas que se ven en los límites de los bancos sabulosos y pizarreños de Asturias.

Aunque mucho menos numerosas que en el siluriano inferior, imprimen uno de los rasgos paleontológicos más salientes en las faunas devonianas varias especies de trilobites, entre los cuales la más frecuente es el *Phacops latifons*, Bronn., del tramo eifeliense. El *Homalonotus Pradoanus*, Vern., que ya apareció en el coblentziense, se asocia con él, así como cuatro *Dalmanites*, el más extendido de los cuales es el *D. (Cryphæus) callitelles*, Green.

DIVISIÓN EN TRAMOS

Los importantes estudios del Sr. Barrois de los terrenos antiguos de Asturias y Galicia, le hicieron reconocer en el NO. de la Península los tramos que á continuación se expresan, designados con los nombres donde más le llamaron la atención por circunstancias dignas de tenerse en cuenta:

1.° *Arenisca ferruginosa de Furada.* 200 m.—Tannusiense.

2.° *Pizarras y calizas de Nieva con Spirifer hystericus.* 150 m.—Coblentziense inferior.

3.° *Caliza de Ferroñes con Athyris.* 200 m.—Coblentziense sup.

4.° *Caliza de Arnao con Sp. cultrijugatus.* 100 m.—Eifeliense.

5.° *Caliza de Moniello con Calceola.* 150 m.—Eifeliense sup.

6.° *Arenisca con Gosseletia.*—Givetiense ó devoniano medio.

7.° *Caliza de Cangas con Sp. Verneuli.* 100 m.—Frasniense.

8.° *Arenisca de Cué.* 150 m.—Framenense.

Los cuatro primeros tramos corresponden al devoniano inferior, y los dos últimos al superior.

Para el resto de España, donde el sistema se reduce á pequeños isleos, no es aplicable la división en esos ocho tramos, faltando varios, y en sus respectivos lugares se indicarán los que aparecen en cada una de las provincias respectivas.

ARTÍCULO II

REGIÓN DEL NOROESTE

Más variado y ameno es el aspecto de las manchas devonianas que el de las silurianas y cambrianas de la región Noroeste, ofreciendo desigualdades y contornos más pintorescos, especialmente en Asturias, á causa de las repetidas alternaciones de las rocas de diversa dureza y cohesión que las constituyen. La frecuencia de la caliza arcillosa y de las margas aumenta la fertilidad de las tierras que cubren sus valles, casi todas de excelente calidad y muy bien aprovechadas por el cultivo, limitadas por fajas salientes ó cordones de calizas ó de areniscas. Cuando éstas son muy duras y tienen considerable desarrollo, las lomas y los serrijones intermedios son pobres en productos agrícolas, y las bandas de pizarrilla arcillosa se destinan principalmente á praderías.

Contribuyendo mucho á la variedad y belleza de las montañas de Asturias y León los estratos devonianos, cerca de la costa cantábrica ofrecen una fisonomía especial, que fué reparada por Schulz, pues teniendo el sistema igual composición y levantándose con estratos casi verticales, forman éstos superficies casi planas, en general de cuarcita, separadas por achatados valles de rocas más blancas, también devonianas, ó de otras más modernas. En tal caso se hallan los montes Areo y San Pablo al O.SO. de Gijón; las lomas de Bango al O. de Nubledo, la de los Gabitos al S. de Trasona y otras muchas en Carreño, Gozón, Castrillón y Soto del Barco.

ENUMERACIÓN DE LAS MANCHAS

GRAN MANCHA ASTURO-LEONESA.—Más de la mitad del devoniano de España comprende una mancha sumamente irregular que de N. á S. cruza á la provincia de Oviedo, desde el cabo de Peñas hasta el Cor-

dal de la Mesa, y desciende por las vertientes meridionales de la cordillera cantábrica, repetidas veces bifurcada por la de León, en diferentes ramas alineadas de E. á O. Por el N. toca al mar entre la ría de Pravia y el cabo de Torres; componen sus límites occidentales el cambriano desde la costa hasta Genestaza; el siluriano entre este pueblo y Laurz al N. de Riello, con una interrupción de carbonífero entre Lumajo y Quintanilla al E. de La Ceana (León). Varias manchas triásicas, liásicas y cretáceas limitan la que enumeramos por el NE. entre cabo de Torres y Oviedo, á cuyo último término afecta, así como á los de Avilés, Pravia, Grado, Belmonte, Pola de Somiedo, La Vecilla y otros muchos lugares y aldeas asturianos y leoneses comprendidos en ella. Por el E. y el SE. se oculta bajo la gran mancha carbonífera asturo-castellana, y al S. avanza en tierra leonesa hasta el carbonífero entre Laurz y Carrocera; hasta el cuaternario entre este último pueblo y Sorribas, no lejos del Bernesga, y hasta la fajita cretácea de Boñar entre La Robla y este último.

Numerosos isleos de otras formaciones que sería difuso enumerar, recortan en muchos sitios esta gran mancha con multiplicados ensanches y estrecheces, destacando de ella sinuosas é irregulares fajas cuya distribución geográfica sería sumamente penosa de explicar, y más teniendo en cuenta que sólo se marcan en el mapa toscamente aproximadas, seguros como estamos de que sus contornos se modificarán mucho con ulteriores y más detenidos estudios.

OTRAS MANCHAS DE LA MISMA REGIÓN.—Aparte de la principal, existen en Asturias las manchitas siguientes, de exiguas dimensiones, enclavadas en el carbonífero: una en Sellón, al S. de Infiesto; dos separadas por una estrecha fajita aluvial en las márgenes del Sella, entre Sames y Cangas de Onis; otra sita más al N., bañada por el mismo río, entre Triongo y Margolles; otra que avanza en el mar por el cabo Prieto, al O. de Llanes, y otra, mayor que la última, al S. y SE. de la misma villa, por las vertientes septentrionales de la sierra de Cuera.

En territorio castellano la cuenca hullera de Sabero por el N. y la fajita cretácea por el S. limitan y separan del remate SE. de la man-

cha principal otra devoniana que se alza á grande altura al NE. de Cistierna en el monte de Peña Corada, último estribo de la cordillera cantábrica sobre la izquierda del Esla.

Mucho mayor que todas las anteriores reunidas, pues mide unos 200 kilómetros cuadrados, es la mancha incluída en el carbonífero, comprendida entre el pico Espigüete (2453 m.) y la sierra del Brezo, desde cerca de Prioro hasta Cervera de Río Pisuerga. Al N. de esta villa hay otras tres, incluídas también entre el carbonífero: una pequeña al SO. de Lebanza; otra alargada que penetra hasta los Altos de Riofrío, en los confines de Palencia y Santander, y otra enclavada en esta última provincia, en las sierras Albar.

También corresponden á Santander otras dos manchitas que asoman entre la caliza de los Picos de Europa al NO. de Potes, cerca de los confines de Asturias, existiendo otros pequeños afloramientos que se indicarán más adelante, así como otros exiguos en la provincia de Zamora.

DATOS LOCALES

Oviedo.

A Verneuil, Schulz y Paillette se deben los primeros datos del devoniano de Asturias, que después fué estudiado escrupulosamente por el Sr. Barrois, quien trazó diversos cortes (1), reconociendo en este país la grande importancia paleontológica del sistema y estableciendo los ocho niveles que ya quedan anotados en las generalidades de este capítulo.

El mismo geólogo francés apunta un millar de metros como espesor total del sistema en esta provincia, y á continuación trasladaré los datos más importantes de su Memoria.

Cortes del Pico Cornal al Cabo Peñas.—Por esta parte de la costa hay una sucesión de capas diversamente inclinadas y recortadas por

(1) *Recherches sur les terr. anciens des Asturies*, pág. 468.

fallas, donde no es fácil seguir un orden constante, intercalándose entre ellas algunas fajas silurianas, que forman el eje de pliegues anticlinales, no señaladas por Schulz en su mapa de Asturias.

Las capas silurianas del Pico Cornal, inclinadas 75° E.SE. al O. de Furada, se hallan en contacto por medio de una falla con las areniscas de la base del devoniano, inclinadas 35° O. con marcada discordancia, alternantes á trechos con pizarras y cuarcitas verdosas, midiendo un espesor de más de 100 m., y sin otros despojos orgánicos que unos anillos, tal vez artejos de crinoides descompuestos. Forman el inmediato cabo de Espín, sumando un espesor que se acerca á 200 m., unas pizarras con grauwackas y unas calizas negruzcas que contienen *Cyatophyllum Michelini?*, *Orthis tetragona?*, *Spirifer hystericus* y *Rhynchonella Pareti*. Más al E., en la bahía de Santa María del Mar, á consecuencia de una inversión estratigráfica, bajo este nivel del coblentziense inferior, se extienden las calizas negruzcas pizarreñas veteadas con *Phacops latifrons*, Bronn., y *Spirifer elegans*, yuxtapuestas á otras calizas grises y rojas del eifeliense, inclinadas sólo 21° O.NO., que contienen *Aulopora conglomerata*, *Zaphrentis truncata*, *Microplasma Munieri*, * *Favosites cervicornis*, *Trachypora elliptica*, * *Monticulopora Torrubiæ*, *M. Trigeri*, * *Alveolites suborbicularis*, * *Pradocrinus Baylei*, Vern., * *Fenestella prisca*, *F. explanata*, *Retépora antiqua*, *Rosacilla emersa*, *Chonetes crenulata*, * *Orthis opercularis*, *O. Beaumonti*, *O. Dumonti*, * *Strophomena Murchisoni*, *S. Maestrei*, *Atrypa aspera* y *Rhynchonella Orbignyi*. Algunos bancos están totalmente formados de briozoos, y otros de fragmentos de crinoides, terminando repentinamente el sistema contra las pizarras del hullero superior, que aparece infrayacente por la citada inversión.

Formando la segunda rama del pliegue sinclinal, doblado todo él al O. por la margen oriental de la misma bahía, reaparecen las calizas rojas y azuladas, habiendo bancos de más de un metro de espesor formados únicamente de restos acumulados de *Rhynchonella Orbignyi*, además de las especies acabadas de citar que se marcan con un *, y de *Cœnites clathratus*, *Rhodocrinus crenatus*, *Orthis tetrago-*

na y *Retzia Adrieni*. Se apoyan estas calizas sobre bancos cuajados de *Stromatopora polymorpha*, sucediéndose inmediatamente debajo calizas rojas, pizarras negras alternantes con calizas delgadas de coralarios, calizas pizarreñas azuladas y las compactas pobres en fósiles, que forman el cabo de la Vela, donde se doblan en un anticlinal, buzando al 25° O. 10° N.

Varía la inclinación al S. 20° E. en la playa de Arnao, donde en orden ascendente se suceden los siguientes niveles, al O. de la fábrica:

1.° Caliza gris y roja, en un espesor de 20 m., con *Spirifer cultrijugatus*, *Monticulipora Trigeri*, *Entrochus dentatus*, *Fenestella explanata*, *Retepora antiqua*, *Strophomena interstrialis*, *Terebratula? Passieri*, *Actinocrinus muricatus*, *Orthis striatula*, *Strophomena Murchisoni*, *Rhynchonella Orbignyi* y *R. Kayseri*.

2.° Margas rojas con lechos ferruginosos y gris margosos (25 m.), encerrando, al estado de sílice, restos de las cinco últimas especies, y además las siguientes: *Metrophyllum Bouchardi*, *Cyathophyllum Steiningeri*, *C. vesiculosum*, *Microplasma Munieri*, * *Pachypora polymorpha*, *Emmonsia hemisphærica*, *Alveolites suborbicularis*, *Hexacrinus callosus?*, *Fenestella prisca*, * *Orthis tetragona*, * *O. opercularis*, *O. fascicularis*, *Anoploteca lepida*, *Spirifer Ezquerræ*, *S. aculeatus*, * *Cyrtina heteroclita*, * *Athyris concentrica*, *Retzia Adrieni*, * *Atripa reticularis*, *Rhynchonella Douvillei*, * *Pentamerus Oehlerti*, *Cryptonella? Schulzii*, * *Centronella Lapparenti* y *Phacops latifrons*.

3.° Pizarras grises calizo-sabulosas y calizas arenosas ferruginosas que miden 1^{m},50, y contienen, además de las especies del nivel anterior, señaladas con un *: *Cyathophyllum Michelini*, *Athyris Ezquerræ*, *Nucleospira lens*, y las *Monticulopora Trigeri*, *Orthis striatula* y *Rhynchonella Orbignyi*, encerradas también en el primer tramo. Con un espesor de 13 m., se sobreponen al sistema diversos bancos hulleros, que se detallarán en el capítulo siguiente.

Al S. de los hornos de la misma fábrica, á causa de una inversión estratigráfica, asoma por bajo el horizonte más alto del devoniano inferior, con *Cyathophyllum ceratites*, *C. Michelini*, *Alveolites subor-*

bicularis, *Stromatopora polymorpha*, *Cystiphyllum vesiculosum*, *C. americanum*, *Calceola sandalina*, *Favosites Goldfussi*, *F. fibrosa*, *Pachypora polymorpha*, *P. cervicornis*, *Actinocrinus muricatus*, *Fenestella prisca*, *Strophomena Maestrei*, *Spirifer aculeatus*, *Cyrtina heteroclita*, *Retzia Adrieni* y *Atrypa reticularis*.

Ajustada á la misma inversión, en la escarpa del Cuerno, aparecen inclinadas al O. las calizas azuladas y rojizas que en la punta de Requejo encierran con abundancia *Cyathophyllum cæspitosum*, característico del devoniano superior, al que se asocian *Cœnites fructicosus* y *Orthis eifeliensis*. Pasado Requejo, cubre á aquéllas el triásico en estratificación discordante.

A orillas del arroyo Vioño, que termina en la ría de Avilés, cerca de San Juan de Nieva, se muestra con toda claridad el nivel que designó Barrois con el título de *Zona de las pizarras y calizas de Nieva*. Las calizas arcillosas azuladas obscuras, alternantes con pizarras verdosas y negruzcas y con grauwackas grises é inclinadas 35° O.NO., contienen *Orthis striatula*, *O. orbicularis*, *Streptorhynchus umbraculum*, *Strophomena Murchisoni*, *S. interstrialis*, *Spirifer concentricus*, *S. subspeciosus*, *S. elegans*, *S. hystericus*, *Athyris concentrica*, *A. ferronensis*, *A. undata*, *Rhynchonella pila*, *R. Pareti*, *R. Douvillei*, *R. Letissieri*, *Tentaculites scalaris*, *T. alternans* y *Homalonotus Pradoanus*. Cubren este tramo las calizas compactas amarillentas con favosites y stromatoporas, correspondientes al de la caliza de Ferroñes (coblentziense superior), inclinadas 80° NO.

La playa de Chago debe corresponder con una falla, y la inmediata escarpa de Jago está formada de arenisca roja ferruginosa alternante con cuarcita pizarreña gris verdosa, predominantes en la base, mostrándose con un espesor de 90 m., ligeramente inclinadas al NE., cuyo buzamiento denota uno de tantos desarreglos estratigráficos del sistema. Corresponden estos bancos á la base del sistema en Asturias; y más al N., hacia El Home, las cubren las calizas negras y las pizarras bastas agrisadas, tránsito á areniscas. Corresponden á la zona de Nieva, están limitadas por una falla y constituyen el cabo Negro. Entre este último y Llampero las pizarras negras

carbonosas con lechos delgados de calizas veteadas contienen *Tentaculites scalaris* y *Rhynchonella Wahlenbergi*, y las mismas rocas continúan más al E. y por el arenal de Verdicio, donde están diversamente plegadas. Las calizas se hacen más compactas y dolomíticas hacia el cabo de Areas, donde se pliegan del N.NO. al S.SE., encerrando *Favosites fibrosa, Orthis orbicularis, Streptorhynchus umbraculum, Spirifer hystericus, Atyris concentrica* y *Rhynchonella Pareti*, pertenecientes á la zona de Nieva. Por las puntas de Ratiu y de Coello, en el mismo cabo, se pliegan respectivamente hasta su terminación en las rocas silurianas, debiendo existir una falla paralela á las capas, pues faltan las areniscas de la base del sistema.

Corte del cabo de Peñas al de Torres.—En la bahía de Llumeres, entre el siluriano de Peñas, se intercala una exigua fajita de caliza devoniana que sólo mide 20 m. de espesor, inclina al SE. y muestra varios restos orgánicos, entre otros un *Spirifer* parecido al *S. hystericus*, especie incluida también en las areniscas ferruginosas de la Punta Narvata, correspondientes á la base del sistema, midiendo allí más de 100 m. En el remate de esa punta hay un promontorio de calizas arcillosas negras y veteadas que encierran, además de dicha especie, *Tentaculites scalaris* y *Strophomena interstrialis*, pertenecientes á la zona de Nieva. A consecuencia de una inversión local, tales calizas buzan por bajo de dichas areniscas, cuya continuación al S. indica el Sr. Barrois por los pinares del monte Merín, al S. de Rañeces, y por la loma que se alza entre Manzaneda y Vioño.

Las calizas negras veteadas se doblan con diversos buzamientos en las inmediaciones de Sabugo y Cordero, por donde encierran *Cyathophyllum Michelini, Orthis orbicularis, Spirifer hystericus, Atyris ferronensis, Rhynchonella pila, R. Pareti, Zaphrentis celtica* y *Strophomena Murchisoni*. En la bahía de Rañeces las cubre otra compacta gris dolomítica con buzamiento occidental predominante, y que además de las dos últimas especies contiene *Cyathophyllum Steiningeri* y *Spirifer Trigeri*.

A la derecha de la ensenada de Rañeces, las mismas calizas rojizas

forman un anticlinal cuyas dos ramas buzan igualmente al O., y entre ella y la punta de Mouiello se cruza una serie regular de capas cada vez más recientes, pero enteramente invertidas, inclinadas de 60 á 70° al O. 20° N. y como á continuación se expresa:

1.° Caliza dolomítica rojiza (15 m.), con * *Cyathophyllum Steiningeri* y *Alveolites subæqualis.*

2.° Caliza dura y basta alternante con lechos negros pizarreños (50 m.), que contienen *Zaphrentis celtica, Michelinia geometrica,* * *Favosites fibrosa,* * *Stromatopora polymorpha, Streptorhynchus umbraculum, Platiceras priscus, Orthis Beaumonti, O. striatula, O. subcordiformis,* * *Strophomena Sedgwickii, Spirifer subspeciosus, S. paradoxus* y *Rhynchonella parallelipipeda.*

3.° Pizarras y calizas azuladas y rojizas, 100 m.

4.° Caliza sublaminar con restos de crinoides, 20 m.

5.° Pizarras y calizas veteadas negruzcas en lechos delgados, algunos rojizos (40 m.), que, además de las seis especies anotadas, contienen las siguientes: *Zaphrentis Guillieri,* * *Cyathophyllum Decheni, C. cæspitosum, Pradocrinus Baylei,* * *Cyathocrinus pinnatus, Actinocrinus muricatus, Pentacrinus priscus, Fenestella explanata, Chonetes crenulata, Orthis opercularis, Strophomena rhomboidalis, S. bifida?, Spirifer Ezquerræ, Athyris hispanica, A. Ferronensis,* * *Rhynchonella Orbignyi, Pentamerus galeatus,* * *P. Oehlerti, Meganteris Archiaci, Tentaculites scalaris* y * *Phacops latifrons.*

6.° Caliza compacta con crinoides y pizarras rojizas, 10 m.

7.° Pizarras y calizas negras, 20 m.

8.° Caliza gris azulada dura y compacta (15 m.), llena de moldes de *Rhynchonella Orbignyi,* conteniendo también *R. parallelipipeda, Spirifer Ezquerræ* y *Athyris Campomanesii.*

9.° Caliza azulada (15 m.), con *Alveolites subæqualis, Pradocrinus Baylei?, Cyathocrinus pentagonus, Orthis opercularis, Strophomena Naranjoi, S. Dutertrii, S. bifida, Spirifer Cabedæ, S. aculeatus, Loxomena angulosum, Platystoma jantinoides?, Athyris Pelapayensis, A. concentrica, Orthis striatula, Microplasma Munieri, Pachypora polymorpha, P. reticulata, Stromatopora polymorpha* y *Rhynchonella cypris?*

10. Calizas y pizarras calcáreas negras (70 m.), que además de las siete últimas especies citadas y de las señaladas con un * en los números anteriores 1.°, 2.° y 5.°, encierran *Aulopora serpens*, *Thecostegites parvula*, *Metriophyllum Boucardi*, *Cystiphyllum vesiculosum*, *Calceola sandalina*, *Favosites Goldfussi*, *Trachypora elliptica*, *Monticulopora Torrubiæ*, *M. Trigeri*, *Alveolites suborbicularis*, *A. Velaini*, *Cœnites clathratus*, *Hexacrinus callosus?*, *Fenestella prisca*, *Retepora antiqua*, *Chonetes minuta*, *Orthis tetragona*, *O. Eifeliensis*, *O. fascicularis*, *Anaploteca lepida*, *Cyrtina heteroclita*, *C. hispanica*, *Athyris Ezquerræ*, *Retzia Adrieni*, *Atrypa reticularis*, *Rhynchonella Kayseri* y *Platystoma lineata*.

Refiere Barrois los números 1.° al 4.° al coblentziense superior, *j* (fig. 1); los 5.° y 9.° al eifeliense ó zona de Arnao, *i*; cree ver en el 10 el tipo de una zona nueva que designa con el nombre de caliza de Moniello, *h*, correspondiente á la parte más alta del mismo eifeliense ó terminación del devoniano inferior, limitada al E. de la punta de Moniello por el arroyo de Mazorra, pasado el cual, con un espesor de unos 150 m., siguen superiores, aunque invertidas estratigráficamente, las grauwackas bastas rojizas y amarillas, *g*, del tramo de Candás, ó sea del devoniano medio. A toda esta serie se sobrepone, estratigráficamente invertida, la caliza de Nieva, esto es, el coblentziense inferior, *k*, que con varias ondulaciones se extiende por Sabugo hasta Narvarta, donde comienza la arenisca de Furada, base del devoniano en Asturias, según se dijo.

Con un espesor próximamente de otro tanto continúan sucesivamente hacia la Vaca de Luanco, inclinadas de 30 á 55° O.NO., las pizarras carbonosas y las calizas negras veteadas, á las que sigue caliza gris dolomítica en lechos pizarreños, con las areniscas *g* del devoniano medio, reapareciendo por fin las anteriores, diversamente plegadas y dislocadas. En las calizas de las escarpas de la Vaca abundan las especies de la terminación del devoniano inferior, ó sea la zona de Moniello, representadas también en las pizarras calcáreas y calizas azuladas en bancos delgados que, alineados al N. 20° E., se levantan verticales al N. de Luanco.

Las areniscas, en sitios muy ferruginosas, del arroyo Mazorra, de la Garita y de la costa de Peroño, hicieron pensar á dicho geólogo si al final del devoniano inferior ocurrieron en Asturias modificaciones orográficas suficientes para detener la formación de las calizas, determinando un depósito de capas sabulosas que hubiera continuado durante todo el devoniano medio. Pero no recogió suficientes datos para fijar resueltamente su posición, agregando que la presencia de algunos nódulos silíceos y calcáreo-piritosos en dichas pizarras negras da á este nivel cierto parecido con las pizarras arriñonadas de Llama (León), de que más adelante hablaremos.

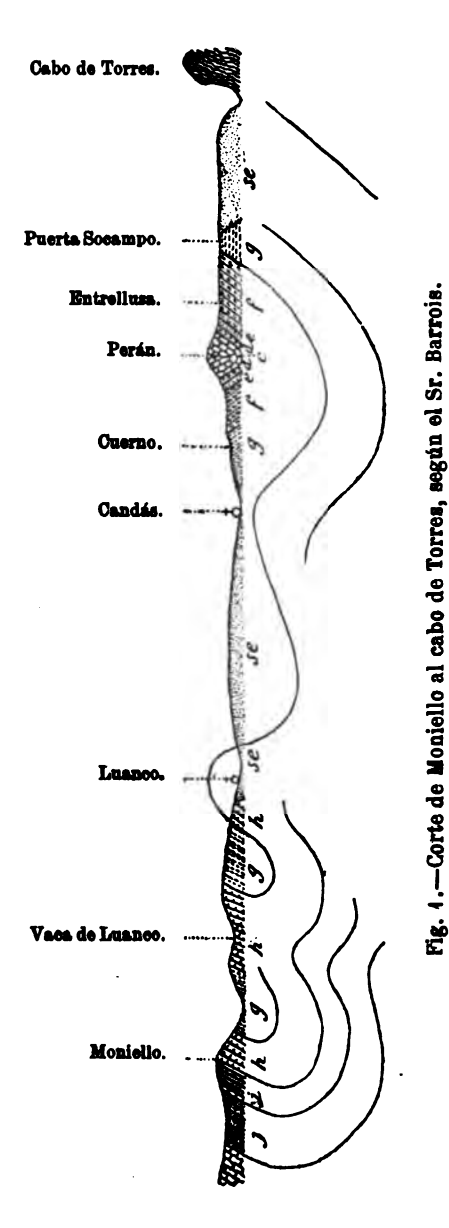


Fig. 1.—Corte de Moniello al cabo de Torres, según el Sr. Barrois.

Los sistemas secundarios, *se*, ocultan casi del todo al devoniano entre Luanco y Candás, y entre este último y el cabo de Torres es por donde se muestran en Asturias las divisiones media y superior. Desde luego, entre Candás y Perán, inclinadas 50° SE., se suceden las capas en el orden siguiente:

1. Arenisca rojo-verdosa, muy ferruginosa en la parte superior,

muy parecida á la de Furada alternante con pizarras verdes, 200 m.

2. Pizarras calíferas y areniscas verdes (15 m.), con señales mal conservadas de *Fenestella prisca, Spirifer cultrijugatus, Pentamerus globus, Strophomena Sedgwickii, S. nobilis* y *Zaphrentis Candasii.*

3. Pizarras calíferas verdosas y grauwacka, 40 m.

4. Pizarras verdes micáceas con lechos delgados de areniscas verdes y ferruginosas (60 m.), con las dos últimas especies citadas y la *Gosseletia devonica.*

5. Pizarras calíferas y grauwackas (20 m.), con trazas borrosas de *Zaphrentis Candasii, Strophomena Sedgwickii, Orthis* y *Spirifer.*

6. Banco de oligisto oolítico de 5 á 10 m., con *Siringopora abdita, Pachypora polymorpha, Gosseletia devonica, Pleurotomaria Larteti, Bellerophon Sandbergeri* y otros fósiles.

7. Arenisca verdosa y pizarras alternantes con bancos ferruginosos, 50 m.

8. Pizarras negras, 10.

9. Arenisca gris y rojiza compacta, 20.

10. Pizarras calcáreas negruzcas (10 m.), con *Aulopora serpens, Cyathophyllum Steiningeri, Productus Murchisoni, Chonetes minuta, Spirifer Cabedæ, Atrypa reticularis, Pentamerus globus.*

Refiere el Sr. Barrois estos diez miembros al devoniano medio, *g*, agregando que esta parte de su corte se hace muy obscura y difícil por los escombros de la escarpa, el mal estado de los fósiles y el parecido de sus rocas con las de la base del devoniano. Unicamente el banco núm. 6 tiene fósiles bien conservados muy diferentes de las especies del sistema, frecuentes en Asturias y León.

«A pesar de la ausencia de fósiles característicos del devoniano medio, añade, veo en los 400 m. de las capas que anteceden el representante en Asturias del *givetiense,* pues que se hallan inmediatamente cubiertas en estratificación concordante por capas que sin duda deben referirse al devoniano superior, señalados en la figura 1 con la letra *f*, con los niveles que á continuación se expresan, desarrollados en las escarpas inmediatas á Perán, inclinando sus capas de 50 á 40° S.SE.»

11. Caliza roja compacta sublamelar (15 m.), con *Amplexus annulatus, Fenestella prisca?, Orthis striatula, Athyris concentrica, Serpula omphalotes, Phacops latifrons, Spirifer Cabedæ, S. Verneuili, Pachypora Boloniensis, Monticulopora Goldfusi* y *Atrypa reticularis.*

12. Caliza gris con varios coralarios y polizoos, 10 m.

13. Caliza gris compacta, pobre en fósiles, 25.

14. Caliza gris (3 m.), con *Aulopora serpens, Alveolites subæqualis, Pachypora Boloniensis, P. dubia* y otros políperos.

15. Caliza gris veteada de rojo (10 m.), con las cuatro últimas especies citadas del núm. 11 y además *Thecostegites Bouchardi, Cyathophyllum cæspitosum, Acantophyllum heterophyllum, Fenestella Boloniana, F. Michelini, F. Verneuli, Retepora dubia, Crania? proavia, Streptorhynchus umbraculum, Strophomena cedulæ, Spirifer Candasi, S. comprimatus, Cyrtina multiplicata, C. Demarlii, Rhynchonella elliptica.*

17. Caliza gris con grandes políperos y otras especies acabadas de citar, y un banco formado únicamente de *Spirifer Verneuili,* 10 metros.

18. Pizarras negras alternantes con lechos pequeños de caliza y de arenisca gris ó roja, con numerosos coralarios y dicho *Spirifer Verneuili,* 15 m.

19. Arenisca roja sin fósiles, *e*, apoyada sobre el número anterior, 25 m. Esta arenisca es un débil representante de las edades superiores fameniense y condrusiense, mucho más desarrolladas en el Norte de Francia, y se halla inmediatamente cubierta por las calizas y areniscas dolomíticas de la base del carbonífero, *d* y *c*, según se detallará en el capítulo siguiente.

Por bajo del sinclinal que se marca en Perán, reaparecen con 100 metros de potencia las areniscas del núm. 19; después las calizas del devoniano superior con *Spirifer Verneuili,* inclinadas al N. 20° O. hasta la punta de Socampo, al E. de la cual el sistema se oculta bajo gruesas capas de pudingas triásicas, *s e*, no pudiendo completarse este corte más que en los momentos de mareas bajas.

El cabo de Torres es una enorme masa de areniscas y cuarcitas

blancas y rojizas, *l*, que miden de 200 á 300 m., sin relaciones estratigráficas inmediatas, inclinadas de 55 á 70° NO., prolongadas al cabo Orrio con algunos lechos pizarreños y de pudingas de granos pequeños. Continúan las mismas capas hacia la sierra de Torres y la estación de Veriña, y más al NO. se hacen abigarradas y ferruginosas; Cerca de Carrio se muestran las pizarras bastas con lechos delgados de calizas con crinoides, inclinadas al N. 20° O., y esta sobreposición en el valle Aboño de las calizas á las areniscas ferruginosas del cabo Torres induce á incluirlas en la zona de la *arenisca de Furada*, la parte más inferior del sistema.

Corte del Nalón. — Las cuarcitas silurianas del monte Agudo y de la sierra de Gamonedo terminan al S. contra las calizas devonianas por una falla que se marca entre Agones y Cabos, y se ajusta después á la ría de Pravia, la cual debe á ella su origen. Siguiendo esta última se encuentran las pizarras grises y rojas y las areniscas del tramo de Furada cerca del castillo de Muro; estas últimas son muy ferruginosas y contienen el *Spirifer hystericus* en la montaña de Cueza; y por fin, en Santiago asoman las pizarras y las calizas azuladas del devoniano inferior. Entre Agones y los Cabos las calizas veteadas presentan numerosos pliegues, y en Pravia son más pizarreñas y rojizas, conteniendo políperos.

La arenisca rosácea de la sierra de Birabeche, al S. de Pravia, buza al S. 20° E., y está cubierta en Beifar por calizas azules con stromatoporas, pizarras y calizas rojizas, doblándose en un sinclinal, cuyo centro está en Fenolleda. Cerca de este pueblo, las capas del tramo de Arnao contienen: *Cyathophyllum Decheni*, *Cystiphyllum vesiculosum*, *Mechelinia geometrica*, *Pachypora reticulata*, *Pradocrinus Baylei*, *Cyathocrinus pinnatus*, *Rhodocrinus pinnatus*, *Fenestella explanata*, *Orthis striatula*, *Strophomena Naranjoi*, *S. Murchisoni*, *S. bifida*, *S. interstrialis*, *Spirifer Candasi*, *S. Trigeri*, *Athyris Ezquerræ* y *A. concentrica*.

Entre Fenolleda y San Román se prolonga la caliza de color heces de vino, pasada la cual se entra en la mitad sur del sinclinal, con pizarras y calizas que contienen *Strophomena Murchisoni* y *Atripa re-*

ticularis, á las que siguen las calizas azules y las pizarras rojas del N. de San Román, inclinadas al NO., hallándose en ellas la última especie citada, *Zaphrentis celtica, Trachypora elliptica, Orthis orbicularis?, Strophomena Sedgwickii, Rhynchonella Orbignyi, R. cypris, R. Letissieri, Pentamerus Oehlerti, Favosites Goldfussi, Monticulopora Torrubiæ, Orthis striatula* y *Athyris ferronensis.*

San Román está edificado sobre un crestón de arenisca ferruginosa verdosa fuertemente inclinada al O. 10° N., parecida á la de Luanco y limitada al S. por calizas. Más adelante se cruzan en Grullos unos 200 m. de pizarras y calizas onduladas, donde se hallan las cuatro últimas especies mencionadas, *Aulopora tubæformis, Favosites fibrosa, Spirifer paradoxus, Rhynchospira Guerangeri, Rhynchonella Douvillei* y otros restos. Esta caliza, algo inferior á la de San Román, está cubierta por bancos con crinoides, rojizos, inclinados al S. SE., que á su vez yacen bajo otras calizas azuladas con poliperos, probablemente de la zona de Moniello. Otro pliegue sinclinal las hace buzar al NO., pasándose sucesivamente sobre pizarras, calizas rojizas, y por fin azuladas, á medida que se camina hacia Murias, donde se hallan *Zaphrentis celtica, Stromatopora polymorpha, Spirifer hystericus* y *Rhynchonella pila.* Pertenecen aquéllas al tramo de Nieva, inclinan al O.NO. y se prolongan hasta Agüera, donde se levantan verticales y contienen *Strophomena Murchisoni, Spirifer Trigeri* y *Athyris ferronensis.* Las calizas azuladas tabulares de Cuero encierran *Orthoceras crassum* y crinoides de dicho nivel, apoyadas sobre areniscas de colores claros del de Furada, que cerca del puente de Peñaflor alternan con pizarras y bancos ferruginosos.

Siguiendo la línea izquierda del Nalón, desde Peñaflor á Oviedo, se observa que dichas areniscas dibujan un anticlinal, sobreponiéndose á ellas las pizarras negras con lechos de caliza azul veteada sumamente desgarradas. Pronto se reconocen las del nivel de Ferroñes, limitadas por una falla, á las que siguen las areniscas del de Cué, inmediatamente cubiertas por el carbonífero. Se doblan aquéllas en un sinclinal, entre la desembocadura de la Llera y la fábrica de Trubia. Pasada una fajita carbonífera que se extiende hasta Ber-

cio, aparecen las calizas, pizarras y grauwackas inclinadas al SE.; pero no se encuentran fósiles devonianos bien caracterizados hasta la fábrica de Trubia, al E. de cuyo punto se hallan las siguientes especies del tramo de Ferroñes: *Monticulopora Torrubiæ*, *Strophomena Murchisoni*, *S. Sedgwickii*, *Orthis Beaumonti*, *Spirifer paradoxus* y *Athyris ferronensis*. En el poste kilométrico núm. 8 limitan al sistema los terrenos secundarios.

Entre Trubia y la Vega los bancos están muy plegados, terminando con buzamiento al NO.; en Peravia inclinan 10° al O. 20° S., en San Andrés 80° SE., y en la Branga 60° al mismo rumbo, denotándose, por lo tanto, los grandes trastornos de los estratos en esta parte. En medio de ellos, según marcó Schulz en su corte núm. 3, en los valles de Trubia y de Proaza, los estratos devonianos se pliegan en un anticlinal con buzamiento inverso á cada lado de aquéllos, descollando en la Peña de Caranga una gran masa de caliza desgajada de las sierras que limitan á aquéllos, compuesta de bancos verticales, inclinados al E. ó al SE., discordantes con el siluriano, que generalmente buza al O. y al NO.

Siguiendo la margen derecha del Nalón, entre Peñaflor y Oviedo, cerca del puente de aquél, se reconoce el tramo de Ferroñes por los *Spirifer elegans*, *S. Trigeri*, *Athyris ferronensis* y *A. Campomanesii*. A las calizas con crinoides que encierran esas especies, siguen areniscas verdes y rojas con lechos de pizarras bastas encorvadas en un anticlinal y cortadas por la falla mencionada. Al otro lado de ésta cruzan por Valduño las calizas carboníferas, á las que siguen en Premoño, con buzamiento occidental, las dolomías de color rosa claro, las calizas dolomíticas grises, y por fin, las pizarras y grauwackas hulleras, entre las cuales se aloja el arroyo Molinón. Pasado este último, asoman hasta Sienra, con estratificación confusa, las calizas y dolomías citadas, apoyadas sobre el mármol rojo amigdaloideo de la base que se explota en Rañeces.

En la subida á la venta del Estamplero reaparecen las pizarras y grauwackas parduzcas alternantes con areniscas ferruginosas abigarradas, que el Sr. Barrois supone del nivel devoniano más alto. In-

clinan las capas al NO., plegándose el sistema en rumbo opuesto hacia Loriana, entre cuyo punto y la sierra del Naranco, las calizas y pizarras del grupo ó tramo de Ferroñes aparecen desgarradas con particularidades que se explicarán más adelante.

Corte del valle del Narcea.—Belmonte está edificado sobre calizas pizarreñas azules del devoniano inferior, inclinadas al S.SE. hasta cerca de Posadorio, donde dibujan diversos plieguecillos. Siguiendo de dicha villa el camino viejo de Grado, las calizas recortadas en crestas escarpadas alternan con pizarras y otras calizas rojas con crinoides, también repetidas veces plegadas, y, por fin, hacia las Cruces la caliza negruzca de vetas blancas termina contra el siluriano á causa de la falla del Pedrorio.

Si se sigue el curso del Pigüeña se cruzan las capas silurianas entre Posadorio y Fontoria, donde reaparecen las pizarras y calizas devonianas que en Pomarada contienen *Hadrophyllum conicum*, *Spirifer paradoxus* y *Atrypa aspera*, en capas del grupo de Ferroñes. Al NO. de dicho punto y al N. de Requejo, á las calizas azules con *Favosites* cubren en Santiago las areniscas abigarradas alternantes con pizarras, que juzga dicho geólogo del nivel de las gosseletias, apoyándose sobre ellas cerca de Bárcena las calizas sublamelares rojizas dolomíticas y las calizas azules menos magnesianas de poco espesor. Entre el puente y Cornellana se prolongan las citadas areniscas abigarradas con crinoides, y más al N. carece de interés la línea del Narcea, pues este río va paralelo ó muy oblicuo á los estratos.

Siguiendo la carretera de Belmonte á Salas, después de las calizas azuladas de esa villa y de una faja de cuarcitas silurianas, á causa de una falla reaparecen en Serviella las pizarras silíceas y cayuelas muy retorcidas y revueltas desde el kilómetro 6 al 7 de la carretera, donde se normaliza la marcha de los estratos con inclinación creciente desde los 25 á los 60°, presentándose en los extremos de la serie las calizas azules y las grises muy fosilíferas y las cayuelas alternantes con gruesos bancos de areniscas rojas, tan cargadas de hidróxido de hierro que en algunos sitios son una mena explotable.

Entre San Cristóbal y Castañedo las calizas rojas de crinoides y las de braquiópodos, arcillosas, gris-azuladas, con cayuelas, se levantan hasta pasar de 70° de inclinación; pero sobre la izquierda del Narcea se tienden suavemente de 30 á 40°. Antes de Castañedo, y hasta cerca de Soto de los Infantes, se cortan pizarras silíceas y cuarcitas pardas muy ferruginosas, quedando el siluriano al S. y el devoniano al N. Por fin, en la subida de Soto de los Infantes á Biescas se cruza la serie devoniana, principalmente compuesta de calizas de colores claros, calizas arcillosas y margas, con costras verdosas, calizas vinosas y moradas, todas muy fosilíferas.

Corte de Nonaya.—Cerca de Salas la arenisca siluriana está limitada por una falla junto á la cual asoman calizas y pizarras que sospecha el Sr. Barrois correspondan al tramo de Ferroñes. Al E. de esa villa inclinan 50° E. las pizarras calíferas parduzcas y las calizas pizarreñas azuladas, y después otras pizarras y calizas con crinoides de la zona de Arnao con *Aulacophyllum Schluteri, Combophyllum leonense, Cyathophyllum Decheni, Pachypora polymorpha, P. reticulata, Favosites fibrosa, Strophomena Dutertrii, S. bifida, Anoplotheca lepida?, Spirifer subspeciosus, S. Cabedanus, Athyris hispanica, A. Ezquerræ, A. Campomanesii, A. undata?, Conocardium clathratum*, recogidos en las pizarras calíferas negruzcas de las cercanías de Casazorina. Suceden á ellas las calizas rojas inferiores, las calizas dolomíticas amarillentas y una importante serie detrítica formada de arenisca verde rojiza de 110 m. de espesor, con crinoides, pizarras y areniscas alternantes, y, por fin, arenisca blanca. Pertenecen al devoniano medio; sus capas inclinan 70° SE. en Villazón, y se presentan después calizas negras veteadas, á las que siguen pizarras y grauwackas compactas diversamente plegadas hacia Espinedo. Al E. de este último asoma sucesivamente un banco de 30 m. de arenisca blanca, calizas azules, cuarcitas, pizarras y grauwackas, hasta llegar á las areniscas de diversos colores del tramo de Candás, que se extienden junto á Cornellana. Esa caliza azulada, base del devoniano superior, forma el centro de un plieguecillo sinclinal y contiene hermosos ejemplares de *Cyathophyllum hypocrateriforme, Acervularia Pra-*

doana, A. Roemeri, Phillipsastrea Torreana y *Alveolites denticulata*.

La arenisca de Cornellana asoma también á la derecha del Narcea hasta que la limita la caliza gris dolomítica señalada al N. de Bárcena. Siguiendo la carretera de Grado, se ofrecen sucesivamente las calizas azules homogéneas, las pizarras rojizas de crinoides y otras pizarras calíferas agrisadas, con *Cyathocrinus pentagonus* en Cabruñana, correspondientes al tramo de Ferroñes.

Entre Villapanada y Grado inclinan 45° O. unos bancos de arenisca blanca que no se distingue si son de la base de este sistema ó del anterior. Sitios hay cerca de la última villa en que se tienden las capas hasta la horizontal.

Corte del Cubia.—En las inmediaciones de Grado el devoniano se oculta bajo formaciones posteriores; pero siguiendo más al N. las márgenes del Cubia, en dirección á Lloutrales, asoman inclinadas al NO. las calizas azuladas y las rojizas con *Cyathocrinus pinnatus, Orthis orbicularis, Spirifer Pailletei, S. subspeciosus* y *S. paradoxus*, especies del tramo de Ferroñes. Se sobreponen á esas rocas pizarras y calizas bastas fuertemente inclinadas al SE., y después otras pizarras rojizas y calizas que en Villanueva contienen las dos últimas especies citadas asociadas á *Zaphrentis celtica, Monticulopora Torrubiæ, Orthis Beaumonti, Athyris hispanica, Atrypa reticularis, Rhynchonella Orbignyi, R. parallelipipeda, Pentamerus Ochalerti* y *Meganteris Archiaci*, fósiles de la base del tramo de Arnao. Hacia Salcedo y Pereda se encuentra la caliza gris con puntos de calcita transparente, característica del límite superior del devoniano inferior que al S. de Villanueva contiene stromatoporas.

Al pie de la colina de Panizal la dolomía ferruginosa con 15 m. de espesor y las calizas azuladas dobladas al NO. representan probablemente el tramo de Moniello; y por fin, en los lechos delgados alternantes de pizarras y calizas gris-rojizas de Rañeces se encuentran las siguientes especies del tramo de Ferroñes: *Pachypora polymorpha, P. reticulata, Microplasma Munieri, Stromatopora polymorpha, S. verrucosa, Streptorhynchus umbraculum, Strophomena Murchisoni, Athyris concentrica* y *A. subconcentrica*.

CORTE DE FERROÑES.—Gracias á las investigaciones de Paillette [1], Ferroñes fué una de las primeras localidades con fósiles devonianos que se conocen desde más larga fecha, y fueron estudiados en 1844 por Verneuil y d'Archiac. En ese punto, á causa de una inversión completa de los estratos, se sobrepone el devoniano á las pizarras hulleras, separadas además por una falla oblicua dirigida al NO. Las capas más antiguas asoman al S. del pueblo y son calizas compactas y arcilloso-pizarreñas ó inclinadas al NO., que entre otras especies contienen *Thecostegites parvula*, *T. auloporoides*, *Zaphrentis celtica*, *Cyathophyllum ceratites*, *C. Michelini*, *Pachypora cervicornis*, *P. cornigera*, *P. reticulata*, *Monticulopora Torrubiæ*, *Pentremitidea Pailletei*, *P. Schultzii*, *P. lusitanica*, *P. angulata*, *Phænoschina Verneuili*, *Ph. Archiaci*, *Cyathocrinus pinnatus*, *Rhodocrinus crenatus*, *Entrochus dentatus*, *Fenestella explanata*, *Orthis orbicularis*, *O. bifida*, *Spirifer concentricus*, *S. subspeciosus*, *S. paradoxus*, *S. Cabedæ*, *S. Cabanillas*, *Cyrtina hispanica*, *Athyris hispanica*, *A. concentrica*, *A. ferronensis*, *A. Campomanesii*, *A. subconcentrica*, *Rhynchospira Guerangeri*, *Retzia Adrieni*, *Rhynchonella Douvillei*, *Conocardium clathratum*, *Orthoceras Jovellani*, *Serpula omphalotes*, *Strophomena Murchisoni*, *Athyris Ezquerræ*, *A. Pelapayensis* y *Retzia Oliviani*. Por Pelapaya, San Pedro y Tras la Peña continúan las mismas capas fosilíferas, y más al O. de Ferroñes asoman otras más elevadas en la serie con *Spirifer Verneuili*, *Strophomena Dutertrii* y *Atrypa reticularis*, entre calizas inclinadas 30° NO.

En una alta escarpa sita entre Peña y Arenas se observa la siguiente sucesión de estratos, á partir de la base:

1. Pizarras bastas calíferas que forman el fondo del valle.

2. Pizarras azuladas y calizas margosas (10 m.) en bancos de medio metro, con *Syringopora abdita*, *Cyathophyllum Michelini*, *Pachypora cervicornis*, *P. reticulata*, *Alveolites reticulata*, *Orthis orbicularis*, *Anoplotheca lepida*, *Spirifer Cabanillas*, *Athyris concentrica*, *A. undata*.

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 2.ª serie, tomo II, pág. 439.

3. Pizarras azuladas claras (8 m.), con *Pachipora cervicornis* y *Athyris concentrica.*

4. Pizarras y calizas azuladas en bancos delgados (12 m.), con *Pachypora reticulata.*

5. Caliza amarillenta nodulosa gris, sin fósiles (10 m.), con que termina el tramo de Ferroñes.

6. Pizarras rojizas (30 m.)

7. Caliza compacta gris con manchas rojas (15 m.), encerrando *Favosites reticulata.*

8. Caliza arcillosa menos compacta con nódulos calizos alargados (20 m.), en la que se hallan *Pachypora polymorpha, P. reticulata, P. dubia, Alveolites suborbicularis, Stromatopora polimorpha.*

9. Caliza azulada compacta (10 m.), con bancos formados enteramente de *Stromatopora,* representando la base del tramo de Moniello.

10. Caliza compacta azulada con numerosos granillos de calcita transparente (25 m.)

11. Caliza como la anterior alternante con otra rosácea (20 m.)

12. Caliza gris azulada compacta.

En esta parte de Asturias hay también capas arenáceas por las cercanías de Arlos y Molleda, pero cuyas relaciones estratigráficas no están bien definidas.

- MANCHITAS DE LAS CERCANÍAS DE OVIEDO.—Son de difícil estudio, tanto por los trastornos estratigráficos de los bancos que las componen, cuanto por la interrupción de las formaciones secundarias que las limitan. La que hay al S. de Oviedo tiene las capas muy desgarradas entre Cruces y el túnel de Olloniego. La caliza y el mármol rojo amigdaloideo del carbonífero que descuellan en el Pando, fuertemente inclinados al NO. y al N.NO., se apoyan sobre calizas y pizarras devonianas de diversos colores, intercalándose además areniscas ferruginosas con lechos de oligisto. Continúa la serie entre Pando y el puente de Picobiaza, pasado el cual se doblan las capas con buzamiento al S. 10° E., predominando las areniscas hasta la estación de Olloniego, donde debe haber una falla. En los desmontes

inmediatos del ferrocarril, las pizarras rojas alternantes con capas más duras están contorneadas y cubiertas por mármol rojo de aspecto del amigdaloideo, oculto á su vez bajo la caliza carbonífera.

Los afloramientos del Naranco, al N. de Oviedo, están representados por calizas azuladas con numerosos puntitos de calcita transparente; inclinan 45° N.NO., pueden ser del tramo de Moniello, y se sobrepone otra caliza con matices rosados y señales de crinoides, stromatoporas, *Athyris concentrica* y *Favosites polimorpha*, pasando de 100 m. su espesor. La cubre el mármol rojo amigdaloideo, que en la cresta marca un sinclinal, y pasado este pliegue, en lo alto de la sierra, asoman pizarras grises de grano grueso con tallos de crinoides y areniscas rojas ferruginosas de edad indeterminada, probablemente devonianas, que se destacan á modo de quilla.

Asomos devonianos del tercio oriental.—Los islotillos devonianos señalados en el Mapa general entre el carbonífero, corresponden al tramo superior del sistema, ó sea al de la arenisca de Cué, según la clasificación del Sr. Barrois.

Por el valle de Piloña la arenisca del devoniano superior forma parte de la sierra de Bedular y Sellón, donde es blanquecina y amarillenta, intercalándose más al N. bancos rojizos, arcosas y pudingas de grano fino, alternantes con pizarras y grauwackas.

Bajo las calizas del carbonífero inferior, desarrolladas al SE. de Pría, asoman las areniscas blancas que sobresalen por la sierra de San Antolín y avanzan en el mar por el cabo Prieto. Entre éste y la cala de Niembro, situada más á L., se obscurecen sus relaciones estratigráficas, á causa de una fajita cretácea apoyada sobre las escarpas paleozóicas.

Aparte de varios pliegues accesorios, en la bahía de Vallota, inferiores á la caliza amigdaloidea carbonífera, se doblan en un anticlinal oblicuo, con buzamiento al N., las capas del devoniano superior, que en un espesor de 15 m. están principalmente formadas de arenisca rojiza con los siguientes lechos: pizarras rojas arcillosas, tanitas y pizarras verdes con malaquita terrosa (0,30); pizarras ampelíticas (0,05); tanitas y pizarras negras con *Orthis* y crinoides

(0,50); pizarras ampelíticas (0,01); tanita negruzca y pizarras verdosas (0,20). Entre las pizarras ampelíticas, de 0,40 á 0,60 de grueso, se descubrieron lechos antracitosos, cuya circunstancia, unida al hallazgo de un Bilobites (*Crossocorda*), haría dudar si habría allí un asomo de la tercera fauna siluriana parecido á ciertos afloramientos carbonosos de los Pirineos, y lo mismo pudiera preguntarse respecto á las pizarras con *Scolithus* halladas por el Sr. Barrois á orillas del Sella, junto á Tornín. Pero el mismo geólogo contesta con la negativa [1], agregando que no hay falla entre tales capas y el mármol amigdaloideo carbonífero, y no se comprende bien que este último se apoye directamente sobre el siluriano sin interposición del devoniano.

En cuanto á las areniscas blancas de las márgenes del Sella, cerca de Tornín, dudó en un principio el mismo Sr. Barrois [2] si referirlas al devoniano inferior, por su gran parecido con las de Furada, y aun mejor á las de *Scolithus* del siluriano inferior, pues le parecía más verosímil creer en la repetición por fallas de estas mismas formaciones, que el admitir tales recurrencias de depósitos sabulosos semejantes. Mas, en vista del examen estratigráfico de la comarca, identificó estas areniscas, constantemente cubiertas por el mármol amigdaloideo, con las del devoniano superior de Entrellusa y del río Trubia.

Corre el río Sella al S. de Tornín entre dichas areniscas, alternantes con bancos ferruginosos rojos, arcosas y pudingas silíceas, con inclinaciones decrecientes al E. 10° S., hasta tenderse casi horizontales en la entrada de Vega, por cuyo pueblo debe pasar una falla que los destaca de la caliza carbonífera.

Subiendo desde el puente de Grasos las márgenes del Ponga, se ve más claramente la sobreposición del mármol rojo amigdaloideo, base del carbonífero, á las mismas areniscas blancas que en su mayor parte constituyen la sierra de Lampaza, inclinando todos los estratos con mucha regularidad al SO.

(1) *Recherches sur les terrains anciens des Asturies*, pág. 548.
(2) Ibid., pág. 530.

Entre las areniscas blancas, casi verticales, de la sierra de San Antolín, se interponen vetillas delgadas de pizarrilla roja y verdosa, ó lentejones de 50 cm. de largo y 8 de anchura. Los bancos superiores son gris-verdosos, hacen tránsito á samitas, y alternan con pizarras con algunos lechos muy delgados de conglomeradas. Al pie meridional de la misma sierra hay un vallejo abierto en arcillas agrisadas y negruzcas con lechos de limonita y algunos guijarros, y las cuales, en opinión del Sr. Barrois, pertenecen al límite superior de la formación, lo cual es algo dudoso.

León.

La base del devoniano en la provincia de León, está formada por una gran masa de areniscas, que puede dividirse en dos niveles diferentes: el inferior, de pizarras y areniscas, y el superior, mucho menos grueso, claramente caracterizado por las areniscas ferruginosas, consideradas como menas de hierro. Estas divisiones tienen sus equivalentes en Bretaña en las pizarras y cuarcitas de Plougastel, y en las areniscas, también con menas de hierro, de Landevennec, según observó el Sr. Barrois [1].

Las calizas que se apoyan sobre esas hiladas tienen gran desarrollo en las pintorescas montañas de León, y corresponden á las calizas de Nehou, Viré y la rada de Brest, ó más bien á la grauwacka de Faou (Bretaña) con *Chonetes sarcinulata*.

Como ya observó Prado á mediados de siglo [2], al N. de las cuencas hulleras de León, las capas devonianas presentan grandes cambios de dirección y de inclinación en sentidos opuestos; se cortan en masas aisladas sin relación alguna, ofreciendo trastornos estratigráficos que dificultan mucho su estudio. Fijándonos, por ejemplo, en la pequeña comarca de la Ceana, se observa que en la Vega buzan

(1) *Ann. Soc. géol. du Nord*, tomo IV, págs. 38 y 59.

(2) *Note géologique sur les terrains de Sabero. Bull. Soc. géol. de France*, 2.ª serie, tomo VII.

al N. 5° O.; en Quintanilla, al S. 5° O.; en la collada de Villamandín, al S. 10° O.; en Calabrillo, al NO.; en Lumajo, al O. 25° S.; en Peña Rubia, al E. 5° N., y en Meroy, al E. 5° S.

De esta parte de la provincia dió el Auxiliar Rubio (1) las siguientes observaciones petrológicas: En la Vega de los Viejos, Meroy, Quintanilla y otros puntos inmediatos, varían las calizas, que ya son negruzcas ó grises con vetas blancas espáticas, ya blanquecinas. En Lumajo, Lago y Las Murias, acompañan á la arcillosa agrisada fosilífera otras marmóreas cuajadas de tallos de crinoides. Las areniscas cuarzosas blanquecinas sobresalen en capas muy espesas en muchos de los picos más elevados de la cordillera, tales como Peña Rubia; y las cuarcitas muy compactas de grano fino y variados colores se destacan en capas de regular espesor en Peñaderecha, La Cueta, Pico Terreiros, Monte Yegüero, etc. Al N. de Cabrillanes sobresale una faja de areniscas ferruginosas de grano fino, morada obscura al exterior, rojiza en la fractura fresca.

La cuenca hidrográfica del Bernesga corta las tres ramas oblicuas y desiguales con que se intercala el sistema entre los otros paleozóicos, siendo de notar en muchos puntos que son tan parecidas las calizas arcillo-ferruginosas devonianas á las rojas cambrianas, que pudieran confundirse fácilmente, si por fortuna no contuviesen las primeras varios fósiles característicos, ya que los caracteres estratigráficos son tan confusos por las multiplicadas fallas y rasgaduras de los bancos. Así se observa, entre otros puntos, en las inmediaciones de Busdongo y al S. de Montuerto.

Sobre la izquierda del Bernesga el fondo del valle de Lavid está constituído por una faja devoniana intercalada entre el cambriano y el hullero y formada de calizas grises y azuladas tabulares y pizarras arcillosas deleznables, sobre las que está edificado el pueblo, apoyándose encima de ellas otras calizas fosilíferas que se extienden con dos kilómetros de anchura hasta Ciñera. Pasado un saliente irregular de cuarcitas silurianas y pizarras carboníferas, medio kilóme-

(1) *Bol. Mapa geol.*, tomo III.

tro antes de llegar á Santa Lucía, se intercala otra faja devoniana en que la caliza del sistema se asocia á la amigdaloidea de *Goniatites*, considerada como base del carbonífero; pero por bajo de aquéllas asoman las pizarras con un ancho de 500 m. á lo largo del valle de la Vega de Gordón, por el cual tuerce su curso al O. el Bernesga hasta el estrecho de Las Baleas.

Preséntase en este último, en la longitud de poco más de un kilómetro, la siguiente sucesión de los estratos: 1.° Calizas compactas que limitan por el S. el valle de la Vega de Gordón con las recortadas crestas de Las Biescas y el Castro de Beberino. 2.° Arenisca cuarzosa blanquecina manchada de rojo, en bancos verticales, con profundas dentelladas á uno y otro lado del río. 3.° Caliza roja algo arcillosa, parecida á la cambriana, pero que en las canteras de la Pola de Gordón contiene *Goniatites*, y, por tanto, equivalente al mármol amigdaloideo. 4.° Caliza algo silícea, pizarreña, gris veteada y de fractura astillosa. Con menor inclinación, pues apenas llega á 70°, pasado el estrecho, en el tajo de la vía inmediata al cruce de la carretera, próximo á Beberino, las pizarras arcillosas negruzcas alternan con areniscas cuarzosas y delgados lechos de calizas arcillosas.

A tres kilómetros al SE. de la Pola de Gordón, sobre la izquierda del Bernesga, entre otras muchas montañas de caliza fosilífera devoniana, se levanta el cueto de San Mateo, por el que pasa el eje anticlinal, con arreglo al cual las fajas de crestas del S. tienen buzamiento meridional, y las del N. inclinan á este último rumbo. Los crestones de dicho cueto van rebajándose de altura y perdiendo espesor en su prolongación oriental hacia Llombera, limitados al S. por el valle de Huergas, en cuyo fondo adquieren mayor desarrollo las pizarras arcillosas inferiores, que se pliegan entre el Pando y el Fayeo, constituyendo el límite meridional de la cuenca hullera de Ciñera y Matallana.

Desde el cueto de San Mateo se pueden ver con toda claridad las seis fajas ó filas de montes que circunscriben la mitad occidental de la cuenca hullera de Ciñera y Matallana, en un ancho de 10 kilómetros. La más septentrional separa el valle de Lavid del de Ciñera y

se compone de pizarras cambrianas y devonianas; la segunda faja, formada de cuarcitas silurianas y areniscas, media entre el valle de Ciñera y el de Santa Lucía; la tercera se interpone entre este último y la parte del Bernesga, que en la Vega de Gordón se alinea de E. á O. para volver á su rumbo normal de N. á S. al cortar la cuarta faja, que, arrancando de San Mateo, pasa al N. de Pola de Gordón, cruza el mencionado río en Las Baleas y se prolonga por Beberino al S. de Cabornera. Todavía al N. de Pola se extiende la quinta faja, ó sea de Fasgadillo, compuesta, como las dos anteriores, de caliza devoniana y desgajada al otro lado del vallejo de Santas Martas, en los erizados peñones que limitan por el N. el valle de las Huergas, y entre éste y el de Nocedo se levanta la sexta fila, donde también predominan las calizas con algunos bancos de areniscas y cuarcitas.

En resumen, al NO. de la cuenca hullera de Ciñera y Matallana el orden de sucesión de los estratos paleozóicos es el siguiente entre Boiza y Beberino, según nuestras propias observaciones (1):

a.—Pizarras arcillosas análogas á las de Lavid.

b.—Calizas pizarreñas algo arcillosas, abundantes en braquiópodos.

c.—Potentes bancos de areniscas ferruginosas y cuarcitas, fuertemente inclinados al N.NE. Repentinamente se tienden hasta la horizontal y buzan en sentido opuesto al pie del alto y ensanchado monte La Porrera, frente al cual está la ermita del Valle; pero desde allí se restablece el buzamiento septentrional sostenido hasta cerca de la Pola de Gordón, y continúan las mismas rocas á lo largo del camino otros dos kilómetros.

d.—Areniscas y pizarras silíceas con impresiones de fucoides.

e.—Calizas blancas devonianas que limitan por el N. el valle de Cabornera y alcanzan grande altura en la sierra de San Pedro.

f.—Pizarras arcillosas y samitas con vegetales, prolongación occidental de un ramal hullero derivado de la cuenca al O. de Santa Lucía y extendido al N. de Vega de Gordón.

(1) *Bol. Mapa geol.*, tomo XIV, pág. 178.

g.—Calizas blanquecinas compactas y pizarreñas que limitan al S. el valle de Cabornera por los aguzados riscos de los Lampuieiros, El Castro y el Pico del Fraile.

h.—Fajas de cuarcitas de 30 á 40 m. de espesor que sobresalen en las afiladas crestas de El Silvar y el Cuerno de las Cadenas.

i.—Calizas grises compactas sobre las cuales está edificado Beberino.

l.—Pizarra arcillosa.

Las especies recogidas en las cercanías de la Pola de Gordón son *Zaphrentis gigantea*, Lesueur; *Acervularia Hennahi*, Roem.; *Phillipsastrea cantabrica*, Vern. et Haime; *Chonetes minuta*, Gold.; *Spirifer cultrijugatus*, Sow.; *Pentamerus galeatus*, Dalm., etc.

Al devoniano corresponde en su mayor parte la faja paleozóica que media entre el hullero de Matallana y la faja cretácea que separa las montañas de los grandes y pedregosos llanos cuaternarios, extendidos por la parte baja de la provincia en su mitad oriental. Entre Peña Cantábrica y Valcueva, tocando á esa cuenca carbonífera, en poco más de dos kilómetros se suceden los estratos con este orden: *a*, calizas compactas en bancos muy inclinados al N., sumando un espesor de 250 m.; *b*, areniscas ferruginosas infrayacentes de 200 m.; *c*, pizarras silíceas de 300 m.; *d*, arenas y caolines cretáceos con lechos arcillo-carbonosos y margosos.

Las calizas devonianas son algo arcillosas y ricas en restos orgánicos, sobre todo coralarios, en la collada de Valdesalinas, donde se alinean las capas E. 7° N. con 75° inclinación N.

A fin de evitar repeticiones, explicaré en el capítulo siguiente el corte trazado á través de la cuenca hullera de Ciñera y Matallana, donde se ven las relaciones del carbonífero y del devoniano en esta parte de la provincia.

Entre la misma cuenca y la de Sabero hay un espacio de nueve kilómetros atravesado por los ríos Curueño y Porma sin vestigios de formación hullera, donde los estratos, en su mayor parte devonianos, se suceden con este orden de N. á S.:

a.—Cuarcitas de las cumbres de La Cuesta al N. de Adrados.

b.—Calizas arcillosas con fósiles devonianos.

c.—Pizarra arcillosa deleznable.

d.—Caliza blanquecina compacta, que en el monte de Vargas encierra un curioso yacimiento de mármol de color verde manzana de textura fibrosa, con escaso espesor.

e.—Faja cambriana de caliza roja arcillosa, fosilífera.

f.—Pizarra arcillosa micáfera divisible en fragmentos menudos.

g.—Pizarra silícea y micáfera, con restos vegetales, probablemente siluriana y separada de la anterior por una falla.

h.—Gruesos bancos de cuarcitas y areniscas ferruginosas que se alzan á grande altura en las cumbres de los Villares, por bajo de las cuales se nota un repentino cambio de buzamiento debido á una gran rotura de los estratos.

i.—Pizarra arcillosa análoga á la *f*, inclinando 35° SO.

l.—Calizas arcillosas, compactas, con crinoides, gris azuladas ó algo rojizas y marmóreas en algunos bancos.

m.—Lecho de arenas cretáceas de color de ante y moradas.

n.—Arenas gruesas feldespáticas, cretáceas, blancas, con filas de cantos cuarzosos, sobre las cuales está edificado Grandoso.

o.—Calizas arenosas compactas y arcillosas con fósiles turonenses.

Con idénticos caracteres que los anteriores expuestos continúa el devoniano en las inmediaciones de la cuenca de Sabero. En las peñas de Llaneces encierran muchos nódulos de pedernal, y entre este punto y el estrecho de Alzón ó garganta de Oceja, inferiores á las cuarcitas y á las calizas grises compactas, se extienden otras calizas arcillosas con abundancia de fósiles en el Hayedo de Sabero, El Picón, Las Agujas y Peñas de Valdetorno. Al otro lado de la cuenca, sobre todo en las inmediaciones de Colle y de Felechas, todavía hay más profusión de dichos restos, y entre las muchas especies recogidas se clasificaron hace tiempo las siguientes (1): *Syringopora cæspitosa*,

(1) Verneuil, *Note sur les fossiles devoniens du district de Sabero. Bull. Soc. géol. France*, 2.ª serie, tomo VII.—*Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España: Bol. del Mapa geol.*, tomo XVIII.

Gold.; * *Combophyllum leonense*, Edw. et H.; * *Zaphrentis gigantea*, Les.; *Aulacophyllum Elhuyari*, Edw. et H.; *Cyathophyllum ceratites*, Gold.; *C. heliantoides*, Gold.; * *Acervularia Goldfussi*, Vern. et Haim.; * *A. Hennahi*, Roem.; *Phillipsastrea cantabrica*, Vern. et H.; * *Cystiphyllum vesiculosum*, Gold.; * *Favosites Goldfussi*, Edw. et Haime; * *Monticulopora Torrubiæ*, Edw. et H.; * *M. Trigeri*, Edw. et H.; * *Alveolites suborbicularis*, Lam ; *Pradocrinus Baylei*, Vern.; * *Pentremitidea Paillettei*, Vern.; * *P. Schulzi*, Vern.; *P. Malladæ*, Ether et Carp.; *Phænoschina nobile*, Ether et Carp.; * *Ph. acuta*, Gilb.; *Troostocrinus hispanicus*, Ether et Carp.; * *Productus subaculeatus*, Murch.; * *Orthis Beaumonti*, Vern.; * *O. Dumonti*, Vern.; *O. striatula*, Schlot.; * *O. orbicularis*, Vern.; * *Streptorhynchus crenistria*, Phill.; * *Strophomena rhomboidalis*, Wilk.; *S. Naranjoi*, Vern.; *Leptæna Murchisoni*, Vern.; * *L. bifida*, Roem.; * *Spirifer paradoxus*, Schlot.; *S. subspeciosus*, Schlot.; * *S. subspeciosus*, Vern.; * *S. Cabedanus*, Vern.; *S. Cabanillas*, Vern.; * *S. Ezquerræ*, Vern.; *S. Rojasi*, Vern.; *S. Paillettei*, Vern.; * *S. comprimatus*, Schlot.; * *S. disjunctus*, Sow.; * *Cyrtina heteroclita*, Defr.; * *Athyris concentrica*, Bruch.; * *A. subconcentrica*, Vern. et Arch.; * *A. pelapayensis*, Vern. et Arch.; * *A. Ferronensis*, Vern. et Arch.; * *A. Ezquerræ*, Vern.; * *A. phalæna*, Phill.; *A. Collettei*, Vern.; *Retzia Adrieni*, Vern. et Arch.; *R. subferita*, * *Atrypa reticularis*, L.; *A. aspera*, Schlot.; *Rhynchonella pila*, Schw.; *R. Orbignyi*, Vern.; *R. Pareti*, *Pentamerus galeatus*, Dalm.; *P. brevirostris*, Phill.; *Terebratula (Cryptonella) Schulzii*, Vern.; *T. Bordiu*, Vern.; *Bronteus Castroi*, Mall.; *Proetus Cuvieri*, Stein.; *Phacops latifrons*, Bron.; *Dalmanites callitelles*, Green., y *Homalonotus Pradoi*, Vern.

En esa larga lista se observa el predominio de los braquiópodos, careciendo de representación las otras clases de moluscos; abundan en segundo término los blastoides y los coralarios, y por fin, los trilobites. Las señaladas con un * se encuentran también en una ó varias de las siguientes localidades inmediatas á la cuenca de Sabero: Adrados, Aleje, Alejico, Corniero, Crémenes, Las Péñotas, Millar, Valcueva, Valdoré, Vozmediano, Peña de la Venera, Yugueros,

etc., por cuyos términos existen además *Thecostegites parvula*, Edw.; *Amplexus annulatus*, Edw.; *Microplasma radicans*, Gold.; *Michelinea geometrica*, Edw. et H.; *Pachypora cervicornis*, Gold.; *P. reticulata*, Gold.; *Orthis Gervillei*, Defr.; *Strophomena lepis*, Gold.; *Spirifer cultrijugatus*, Roem.; *Athyris undata*, Defr.; *A. Campomanesii*, Vern.

En Colle ofrecen pocas dislocaciones las capas devonianas, muy suavemente inclinadas al S. Sobre las areniscas blancas muy compactas que asoman á la derecha del arroyo de Vozmediano, se apoyan las calizas grises, destacadas de las areniscas ferríferas, que en unos 60 m. de espesor se alzan verticales; siguen á ellas otras calizas arcillosas pizarreñas, grises ó pardo-rojizas, desmenuzables en trocitos muy menudos, con lechos intercalados de caliza amarillenta y gris negruzca muy fosilífera. Más al S., apoyadas sobre las pizarras, existen capas de caliza ferrífera del 20 al 25 por 100, cubiertas hacia Grandoso de otra caliza fosilífera. Este grupo pizarreño desaparece en Grandoso y reaparece á siete leguas al O. cerca de Lavid.

Al N. de Colle hay dos fajas de areniscas cuarzosas á uno y otro lado de la cambriana ya descrita. La del N., que más bien es una cuarcita, corresponde al siluriano, mientras que la del S. es devoniana, hallándose impregnada de peróxido de hierro en algunos sitios con tal proporción, que puede mirarse como una mena de este metal, pues llegan hasta el 40 por 100. Entre estas areniscas ferruginosas se intercalan lechos muy delgados de pizarras rojas, verdes, á veces negras, y en la parte media de ellas se encuentran señales de *Spirifer* en Aleje y en Los Barrios de Luna, 50 km. más al NO.

Alrededor de la cuenca de Sabero, los bancos devonianos estuvieron sometidos á grandes dislocaciones, arrumbados de E. á O. ó de E.SE. á O.NO., inclinados entre 50° y la vertical, generalmente con buzamiento meridional, en varios sitios abiertos á modo de abanico. Nótase en ciertos puntos la inclinación septentrional, á causa de muchos pliegues, diversas fracturas y fallas. Entre la Peña Higel y la Peña del Cuervo existe otra faja de pizarras de grano basto tan ferruginosas, que se explotaron en parte como mineral. Entre la Peña del Cuervo y Solapeña todo el terreno se compone de caliza.

Al E. de Sestil Alto se dibuja una faja de pizarras devonianas, en contacto con las cuales se carga de hierro una capa de caliza algo arcillosa y fosilífera; y pasada aquélla se alza la Peña Utrera formando parte de un ancho conjunto de areniscas duras, blanquecinas exteriormente, rojizas al interior, constituyendo minerales de hierro del 20 al 40 por 100. A estas areniscas se subordinan pizarras gris-verdosas con vestigios fósiles de forma cilíndrica. Hacia el N. esta banda de arenisca forma, desde el Esla que la corta, un arco considerable, de modo que el mismo río la atraviesa de nuevo á media legua al N. de Valdoré. Se la vuelve á ver en el estrecho del Ventanillo de Villayandre, en el camino que va á Riaño y en la parte oriental de Asturias; después, por fin, en la collada de los Muertos. En Ventorrillo de Villayandre inclinan al N.; en Alejico están verticales ó muy inclinadas al E. Las capas de Sestil Alto y las de Solapeña inclinan fuertemente al O.; las de la Peña del Cuervo al E.

A la orilla izquierda del Esla, cuando las aguas están bajas, se descubre al N. de la Peña del Cuervo una capa de pizarra negra fosilífera que inclina sólo 10° N. Al E. de las areniscas de Peña Utrera otra faja de pizarras devonianas desaparece en contacto del carbonífero de Sabero; se encorva junto á Villayandre, y alterna con capas muy irregulares de caliza fosilífera.

Al S. de la iglesia de Aleje, á otra pizarra gris azulada con delgados lechos interrumpidos de una caliza gris sin fósiles, sigue otra caliza rojiza que encierra hasta el 20 por 100 de hierro, la cual desaparece al S. cerca de Santa Olaja, después de sobresalir en la Peña Alta y el Esgobio de Requejo, cortados á pico sobre el Esla. Al E. asoma la pizarra ferruginosa fosilífera y micácea con los lechos subordinados de la caliza.

Bajo las calizas arcillosas asoma la pizarrilla ó cayuela de color gris verdoso claro, con anchuras comprendidas entre 10 y 30 m. por los confines de la cuenca, excepto en la collada de Llama, donde se ensancha hasta tener más de 200. A esta cayuela, mucho más blanda y fácil de denudar que la caliza, se debe el erizado relieve orográfico con que esta última se destaca más alta que el hullero.

La mayor diferencia que se ha encontrado entre el devoniano de Asturias y el de León, es la existencia en esta provincia de las pizarras negras de la collada de Llama, descubiertas por Prado en 1850, quien las consideró como carboníferas (1) por haber hallado en sus nódulos una *Posidonomya* (la *P. Pargai*), género que se creía posterior al devoniano. Diez años después el hallazgo de nuevos fósiles hizo modificar á Prado sus ideas, considerando esa zona como del devoniano superior (2); pero más recientemente, gracias á los minuciosos estudios del Sr. Barrois (3), se ha fijado su posición en la parte alta de la división inferior.

A dichas dos especies acompañan, entre otras, las siguientes: *Retzia novemplicata*, Sandb.; *Pleurotomaria subcarinata*, Roem.; *Bactrites Schlotheimii*, Quenst.; *Orthoceras regulare*, Schl.; *Goniatites occultus*, Barr., y *Phacops latifrons*, Bronn. Esta fauna, así como sus caracteres petrológicos, suceden directamente al nivel del *Spirifer cultrijugatus*, y equivalen á la zona de las *pizarras de Porsquen* en Bretaña, ó de los *filadios de Wissembach* en Nassau. Sucede en Alemania que cuando la zona del *Spirifer cultrijugatus*, ó sea del coblentziense superior, es de mucho espesor, las pizarras con *Orthoceras*, ó sea la zona de Wissembach, son delgadas, pobres en fósiles y hasta llegan á desaparecer, y que, por el contrario, estas últimas adquieren gran desarrollo cuando disminuye el espesor de la primera. Idénticas consideraciones son aplicables á la cordillera cantábrica, según los estudios del Sr. Barrois; pues las pizarras de Llama, muy desarrolladas en la vertiente meridional, son rudimentarias ó faltan en la del N. Las rocas devonianas de Asturias más parecidas á ellas son las pizarras califeras con *Phacops latifrons* de Santa María del Mar, donde yacen en la base de la zona del *Spirifer cultrijugatus*. ¿Se deducirá de lo dicho, pregunta el Sr. Barrois, que al fin del devoniano inferior el mar era más profundo al S. que al N. de la cordillera?

(1) *Note géol. sur les terrains de Sabero. Bull. Soc. géol. France*, 2.ª serie, tomo VII.

(2) *Sur l'existence de la faune primordiale*. Ibid., tomo XVII.

(3) *Recherches sur les terrains anciens des Asturies*.

Faltan datos para resolver con seguridad esa cuestión; pero la presencia del devoniano medio ó tramo cuarzoso (*Areniscas con Gosseletia*) al N. de los montes cantábricos, demuestra que allí el mar se iba rellenando al fin del tramo inferior.

Se rasgaron de tal modo las capas en la collada de Llama, que aparecen casi verticales con buzamiento al N. las situadas al O., y meridional las orientales; inclinan tan sólo 25° SO. en las Llampas de Veneros, y tuercen con poca inclinación al E. en los Altos de Sobrepeña. Con las pizarras y calizas arcillosas fosilíferas de esos parajes alternan areniscas y pizarras silíceas, que si bien poco abundantes, contienen algunos moldes de crinoides (1).

Las mismas pizarras con *Posidonomya Pargai* y *Cardiola retrostiata* se encuentran junto á la carretera de León á Oviedo, entre La Robla y La Pola de Gordón, en los barrancos del Barrero y del Fuego, donde aquellas rocas son negras, ampelíticas y contienen iguales nódulos fosilíferos que en la collada de Llama. Sobre estas pizarras se apoyan en Puentealba las calizas rojas con *Goniatites*, comparables á las calizas amigdaloideas de los Pirineos, incluídas antes en el devoniano y hoy en el carbonífero.

Prescindiendo de las dislocaciones que desarreglaron al propio tiempo todos los bancos paleozóicos posteriormente á la formación hullera, vestigios se ven en el devoniano de otras más antiguas que no afectaron á las capas de carbón. En este caso se halla una faja de cuarcitas blanquecinas que desde el Arrastradero, al N. de Sabero, y cerca de Verdiago y Aleje, se destaca de las calizas devonianas con un ancho de 80 á 100 m. y cruza el Esla en dirección á Pico de Moros, arrumbada al NE. con fuerte inclinación al SE. Las capas de calizas siguen este notable cambio desde la Sierra de las Cuestas, según se dibuja en el plano geológico de Prado.

Otro cambio parecido, aunque de mucho menor desarrollo en longitud y en anchura, se observa en el mismo pueblo de Felechas,

(1) Véanse los cortes figurados en las págs. 60 y 64 del tomo II de esta Explicación.

donde las calizas azuladas grises y las arcillosas fosilíferas se retuercen al E. 30° N., inclinando 70° N.NO.; dislocacion incidental, pues á 100 m. al S. del pueblo se normalizan arrumbadas al O.NO. con buzamiento meridional.

Otros trastornos y cambios estratigráficos muy notables, cuales son los del pie de la collada de Llama, los que hay al S. de Olleros y Saelices, y los más enérgicos que existen al pie de los Montes de Llaneces y San Martino, afectaron tambiéu al hullero.

Los bancos de caliza devoniana que limitan el extremo occidental de la cuenca hullera de Valderrueda al pie de Peña Corada, se arrumban al O. 20° N., con buzamiento meridional por el lado de L., verticales en la divisoria del Esla y el Cea. Esas calizas contienen coralarios, braquiópodos y otros fósiles, y por la collada de Fuentes que hay entre La Mata y dicha Sierra abundan en nódulos silíceos, que pasan á pedernal. Con multiplicadas dislocaciones y diversos cambios de direccion y de buzamiento continúan las mismas calizas por las erizadas y desnudas crestas que cercan la cuenca en las sierras de La Villa, Capioudo y La Canalina; casi verticales se revuelven junto á la Red; y hacia las márgenes del Cea marcan un enorme salto, avanzando al N. de Prioro y Tejerina. Como jirones que se quedaron atrás en tan descomunal desgarre, unos peñones calizos, en trechos interrumpidos, asoman entre rocas hulleras desde los baños de Morgovejo hasta cerca de Caminayo, adquiriendo gradual desarrollo hasta tenerlo muy grande en la Peña, arqueados los bancos en figura de una S.

Palencia.

Pocos datos hay publicados hasta la fecha relativos al devoniano de esta provincia.

Según el Sr. Oriol (1), en contacto con el conglomerado hullero de la Peña de Curavacas se alínean verticales al O.NO. las areniscas

(1) *Bol. Mapa geol.*, tomo III, pág. 274.

cuarzosas de Vidrieros, que se mantienen fuertemente inclinadas al NO. de las fuentes de Ruesga. Ventanilla está edificado sobre samitas muy cargadas de mica asociadas á areniscas ferruginosas.

En los confines de esta provincia y de la de León, por los límites septentrionales de la cuenca hullera de Valderrueda y de Guardo, constantemente acompaña á la caliza devoniana un cordón de areniscas cuarzosas, á trechos muy ferruginosas, que continúa á través de la cuenca hidrográfica del Carrión hasta tocar el Pisuerga, junto á Cervera; y al N. de las dos fajas de ambas rocas se repiten otras dos veces las mismas, á causa de varias fallas paralelas; alternación persistente al N. de Velilla de Guardo, en la sierra del Brezo, entre la Peña de Cantoral y el Pico Almonga, á uno y otro lado del valle de Tosande y por otros parajes.

A partir de Peña Blanca, las fajas de caliza y de cuarcita que limitan la cuenca tuercen al SE. desde el N. de Valdehaya hasta Velilla de Guardo, con unos cabos salientes, cuyas capas, inclinadas 70° NE., avanzan entre La Friera y Valdecorcos. En el Vallequín, á un kilómetro al SO. de dicho Velilla, alternan con las compactas otras calizas pizarreñas asociadas á cayuelas, arrumbadas con más regularidad al O. 10° N., onduladas con variable inclinación, buzando al S.

Retorcidas y acodadas repetidas veces las mismas capas avanzan entre Guardo y Velilla, sobre las márgenes del Carrión, al que encauzan en la riscosa garganta de las Peñas de Santiuste, que terminan en el Pozón. El camino que une esas dos poblaciones, siguiendo la izquierda del río, cruza esa faja al S. del Cristo de la Cinta, de cuya ermita se dirigen al campo Cantecín, antes del cual, al pie de Peña Turquilla, se desgajan en gruesos peñones y se ocultan en gran parte bajo las tierras rojas pedregosas formadas á expensas de las rocas antiguas. Aisladas las calizas por el intermedio de las cuarcitas, reaparecen en la Peña del Cañaluto, donde comienza dirigido al E. el vallejo de Amadial, que separa el hullero de la caliza al O. de Peña Castrillo.

Al N. de Santibáñez, en el vallejo de San Román, entre las gran-

des masas de caliza se intercala otra de cuarcitas duras blanquecinas, asociadas á minerales de hierro en capas inclinadas 50° NE.; y al S. de Peña Castrillo, desde el Peñuquillo de San Román, siguen todavía con mayor desarrollo los bancos de caliza en la alta, aguda y descarnada Peña Cueta, situada á dos kilómetros más al N., enlazada con el Alto de Llanes y la Peña del Frayle. A aquéllas siguen otras crestas encorvadas en arco entre Santibáñez y Traspeña con sus peladas cimas de calizas, que continúan más al E. en la Peña de Cantoral hasta el Pico de Almonga.

Junto á Cervera de Río Pisuerga se elevan 50 m. sobre el valle dos promontorios aislados, la Peña del Castillo á la derecha y la de Barrio á la izquierda, formados de arenisca cuarzosa en crestones verticales alineados E. á O. Calizas idénticas á las anteriormente enumeradas son, sin embargo, las rocas devonianas predominantes de las manchitas palentinas, inclusa la pequeñita de San Cebrián de Mudá. Entre las especies recogidas en ella, hay que citar *Combophyllum leonense,* Edw. et H.; *Favosites Goldfussi,* Edw. et H.; *Pachypora cervicornis,* Gold.; *Productus Murchisoni,* Rou.; *Orthis resupinata,* Mart.; *O. Eifeliensis,* Vern.; *Streptorhynchus crenistria,* Phill., *Leptæna Murchisoni,* Vern.; *L. Phillipsi,* Barr.; *Spirifer histericus;* Schlot.; *Athyris concentrica,* Buch.; *A. undata,* Defr.; *A. ferronensis,* Vern. et Arch.; *A. Toreno,* Vern. et Arch.; *Retzia Adriani,* Vern. et Arch.; *Atrypa reticularis,* Lin. sp.; *A. aspera,* Schlot.; *Rhynchonella pila,* Schnur.; *Terebratula (Meganteris) Archiaci,* Vern.; *Phacops latifrons,* Bronn.; *Dalmanites callitelles,* Green.; *D. laciniata,* Roem.

Santander.

Composición idéntica á la del devoniano de las anteriores provincias tienen las pequeñas manchitas de la de Santander, la primera de las cuales fué señalada por Prado en las crestas de la cordillera, enfrente de Caloca, sin haber dejado de ella explicación alguna.

Considera Maestre también devonianas unas areniscas amarillen-

tas y rojizas muy ferruginosas que se descubren bajo la caliza carbonífera á orillas del río Deva, en el Puente de Gurdón, entre la Hermida y Estragüeua, «siendo posible, agrega, que se descubran capas idénticas en algún otro punto de aquéllos que se encuentran descubiertos por los ríos que atraviesan las referidas calizas (1).»

Todavía se debe citar un asomo por bajo de la caliza metalífera de las Caldas de Besaya, que si bien de muy exiguas dimensiones, será interesante para el estudio estratigráfico detallado del isleo carbonífero que se le sobrepone, según afirman los Sres. Puig y Sánchez (2). Sus capas, inclinadas al N., se manifiestan á la derecha del río, junto al puente del ferrocarril de Alar á Santander, y constan de calizas compactas y brechoides, con algunos lechos intercalados de pizarrillas arcillosas con leptenas y el *Spirifer hystericus*.

Las areniscas de la desembocadura del río Narsa, ó sea Tinamenor, que alguien supuso devonianas, son silurianas.

Zamora.

A falta de fósiles específicamente determinables por sus caracteres petrológicos y estratigráficos, señala el Sr. Puig (3) varios isleos en el partido de Alcañices, algunos de tan exiguas dimensiones, que no pudieron representarse en el mapa. Casi todos se hallan esparcidos cerca de la orilla izquierda del Aliste, entre Vegalatrave y Manzanal del Barco: uno, apoyado al NE. en rocas silurianas, por los demás rumbos en las cambrianas, se extiende en el Encinar de dicho Vegalatrave, con superficie de 5 km. cuadrados; otro aparece al S. de La Muga de Alba en una extensión de 50 hectáreas, enclavado en el siluriano; y también rodean los depósitos silurianos otro de 60 m. cuadrados entre Carbajales y Manzanal del Barco; otro al O. de este

(1) *Descrip. fís. y geol. de la provincia de Santander*, pág. 45.
(2) *Bol. Mapa geol.*, tomo XV, pág. 293.
(3) *Descrip. fís. y geol. de la prov. de Zamora*, pág. 283.

último y al S. de Videmala, cerca del río Malo, de igual extensión que el de La Muga, y otro, el mayor de todos, pues cubre 6k m., nombrado *El Venero*, al S. de San Blas.

Todas estas manchitas, que suman unos 12 km., se componen de calizas, en las cuales se distinguen dos zonas: la inferior en capas gruesas de estructura compacta, de color pardo manchado de rojo; la superior gris azulada, de estructura pizarreña y caras de junta onduladas, no pasando de 100 m. el espesor de ambas.

En el islote del Encinar la zona superior, apoyada en parte sobre el siluriano, en parte sobre la zona inferior, va atravesada de numerosas vetas espáticas de color rojo claro por los muchos nódulos de hierro hidroxidado que contiene, subordinándose á la misma división unos lechos muy delgados de pizarras calíferas semejantes á otras devonianas de la región cantábrica. En el mismo islote se marca una inflexión de los estratos en el sentido de la inclinación, y en todas las manchitas oscila el buzamiento al NO. entre 45 y 75°.

Señales indeterminadas de polizoos, coralarios y crinoides se hallaron en algunos de esos estratos, restos esparcidos de una mancha muy extensa, pero poco profunda, en su casi totalidad destruida y denudada, en tiempos muy antiguos reunida á las más importantes de la cordillera cantábrica.

Probablemente corresponden también al devoniano, en opinión del Sr. Puig, unas cuarcitas y pizarras silíceas rojizas muy semejantes á las silurianas que cerca de Losacinos constituyen la escarpada orilla izquierda del Aliste. En este punto se abrió por la denudación un vallejo en las pizarras azules cambrianas inclinadas 70° O.NO., vallejo que se rellenó después con aquellas rocas que buzan 25° O.SO. en los 500 m. de largo que miden sus capas.

También refiere el mismo geólogo al devoniano las areniscas que en Litos ocupan una ligera depresión de las pizarras arcillosas y micáferas del siluriano, con las cuales concuerdan al N. del citado pueblo, pero que son discordantes á la derecha del río Castrón. Esas areniscas inclinan 55° SO., son ligeramente arcillosas y micáferas, de color gris claro, textura fino-granuda, á la par que celulosa, lo cual

las hace ligeras, á propósito para labrar muelas de molino de mucha duración, y con ellas se intercalan lechos de pizarras micáferas.

ARTÍCULO III

REGIÓN PIRENÁICA

Lo mismo que sucede con los otros sistemas paleozóicos, el devoniano de los Pirineos sigue imperfectamente deslindado, con análogos desacuerdos en las diversas manchas señaladas por los geólogos que de aquél trataron, según se repara confrontando sus mapas con el general que voy explicando. Esto consiste tanto en la pobreza de fósiles, cuanto por la confusión de caracteres petrográficos y por las extraordinarias dislocaciones de los estratos.

ENUMERACIÓN DE LAS MANCHAS

MANCHITA DE ERGOTÍN.—A menos de 2 km. cuadrados se reduce la extensión de la manchita que asoma en Ascati, entre Oyarzun y el monte Aya, cerca de los confines de Guipúzcoa con Navarra, limitada al O. por otra fajita carbonífera y en los otros rumbos por el cambriano.

FAJA DE SUMBILLA.—Desde el carbonífero inmediato á Urdax hasta corta distancia al N. de Ezcurra, encaja entre el cambriano de Aranaz y el trias del Baztán una faja que cruza diagonal y sinuosamente los Pirineos navarros, pasa al O. de Maya, atraviesa el Bidasoa en Sumbilla, se alza en el pico de Ecaitza (1059 m.), termina al SO. de Zubieta y mide una longitud de 33 km. con una superficie de unos 50. En el primer mapa del Sr. Stuart Menteath [1] se la incluye en el siluriano y paleozóico indeterminado.

MANCHITAS DE RONCESVALLES.—En las escabrosas y pintorescas

(1) *Bull. Soc. géol. France*, 4.ª serie, tomo XI, pág. 304.

montañas de Roncesvalles se dibujan tres manchitas que en junto se extienden, según el mapa, otros 50 km. cuadrados. La mayor se une á escuadra con la de los Alduides (Francia) y se alinea de E. á O. á P. de Roncesvalles, edificado sobre ella. La envuelve el carbonífero en su mitad occidental, el cambriano por el E., y completa el cretáceo sus confines meridionales. El cambriano envuelve en la misma divisoria otra fajita más pequeña, y todavía es mucho menor la rodeada por el trías al S. de Arribe y Garralda.

En su primer mapa de los Pirineos el Sr. Stuart Menteath señala mucha menos extensión que en el publicado en 1891 (1), donde da al devoniano mucha más que en el general de España, agregando todavía otros tres islotillos en el trías de las Aburreas: uno entre Espinal y Arrieta, y los otros dos asociados al siluriano y al carbonífero al S. de Garralda. Es de esperar se sigan haciendo nuevas rectificaciones á uno y otros mapas que nos permitan acercarnos más á la verdad absoluta.

Manchitas de los Pirineos aragoneses.—Envuelta por el trías se dibuja en el mapa una manchita de 4 km. cuadrados en la parte alta del valle de Hecho; pero no es ésta la única devoniana que asoma en los Pirineos de la provincia de Huesca. Sin duda por no haberse tenido á la vista mi Memoria geológica se omitió la del valle de Tena, que se incluyó indebidamente en el siluriano.

Mancha de Sort.—La mayor mancha devoniana de los Pirineos, pues no mide menos de 485 km. cuadrados, es la de Sort y La Seo de Urgel, que cruza de O. á E. la provincia de Lérida, desde Vilaller en sus confines con Aragón, hasta las vertientes occidentales de la sierra de Cadí, que se alza en los límites de Gerona y Barcelona. La circunscribe á O. y N. el siluriano; este último, el granito y el carbonífero con el trías la cierran por el E.; el trías en gran parte, á trechos el carbonífero y el hipogénico por el S. Unos 60 pueblos y aldeas se hallan edificados en ella, que envuelve además el islotillo terciario de La Seo de Urgel.

(1) *Bull. Soc. géol. France*, 3.ª serie, tomo XIX, pág. 947.

FAJITA DE LA SIERRA DE CADÍ.—A corta distancia al E. de la anterior, con la cual debe enlazarse por bajo de las capas carboníferas y triásicas que superficialmente y con pequeña anchura las separan, está la fajita de las vertientes septentrionales de la sierra de Cadí, cuya mitad próximamente es de Lérida, y el resto de Barcelona y Gerona. La limitan el trias por el S., el siluriano y el terciario de Puigcerdá por el N.; mide 108 km. cuadrados, y se alínea de O. á E. desde Ansovell hasta Castellar de Nuch, existiendo construídos en ella media docena de pueblos de la parte alta del valle del Segre, río que en algunos puntos dista menos de 4 km.

FAJITA DE CAMPRODÓN.—Mide 32 km. una fajita que de NE. á SO. cruza oblicua desde la frontera francesa al N. de Rocabruna hasta Ogassa, tocando en su parte media á Camprodón, limitada al NO. por el siluriano, y en el opuesto rumbo por este mismo sistema, el carbonífero y el trias.

DATOS LOCALES

Guipúzcoa.

El sistema está representado en la manchita de Ergoyen por algunas capas de caliza azulada obscura con impresiones de coralarios y otras calizas pizarreñas, análogas á las de las manchitas inmediatas de Navarra. Inclinan al NO.; se apoyan sobre las pizarras cambrianas al E. y al S., cubriéndolas el carbonífero por el lado opuesto; y examinadas al microscopio (1), aparecen constituídas por restos de políperos principalmente, parecidos á rotalinas y textularias, envueltos en una pasta arcillosa, con granos cristalinos de caliza y substancias carbonosas. Las cavidades de los políperos suelen estar rellenas de caliza cristalizada.

(1) Adán de Yarza, *Descr. fís. y geol. de la prov. de Guipúzcoa*, pág. 54.

Navarra.

Siguiendo la carretera de Irún, antes de llegar á Sumbilla, en el km. 6, inclinan fuertemente al SO. las grauwackas y pizarras arcillosas micáferas deleznables con *Spirifer Bouchardi*, Murch.; *Retepora antiqua*, Gold.; un *Leptæna* parecido al *L. Phillipsi*, Barr.; artejos de *Cyathocrinus pinnatus*, Gold., y otros fósiles devonianos.

Más al O., entre Ituren y Zubieta inclinan al NE. las pizarrillas foliáceas, que avanzan hasta el pie SO. de Mendaún, á causa de las roturas de la faja triásica inmediata; y todavía son señales del sistema las grauwackas pizarreñas alternantes con pizarra foliácea negra y lustrosa que buzan al E.SE. en el monte Bulasegui, alto cordón montañoso tranversal á Mendaún que separa el territorio de Aranaz del de Sumbilla.

Según un corte trazado por el Sr. Stuart-Menteatb, entre Goizueta y Leiza las pizarras devonianas, con otras silurianas y carboníferas, se retuercen repetidas veces con dislocaciones y fallas, que también desgarraron los bancos triásicos cuyos fragmentos se aislan en posiciones inesperadas (1).

Cruzan la mancha cambriana de Aranaz unas calizas compactas, algo arcillosas y pizarreñas, con notable variedad de caracteres al NE. de Goizueta, en las cercanías de Aranaz y entre este pueblo, Yanci y Lesaca. Su deslinde perfecto con el cambriano, en el que se incluyen en el Mapa general, y con el carbonífero inferior, está todavía por precisar; pero en el *Reconocimiento geológico de Navarra* (2) consideré provisionalmente como devonianas las capas que á continuación se expresan: 1.°, las calizas semiespáticas azuladas con pizarrillas arcillosas pardo-amarillentas que hay á dos km. al S. de Yanci; 2.°, las crestas calizas atravesadas por pirita ferro-cobriza

(1) *Bull. Soc. géol. France*, 3.ª serie, tomo XIX, pág. 929.
(2) *Bol. Mapa geol.*, tomo IX, pág. 48.

que asoman entre tierras arcillo-ferruginosas y carbonosas entre Yanci y Lesaca; 3.°, las pizarrillas satinadas y calizas veteadas de blanco en fondo negruzco también piritosas y con costras talco-carbonosas del monte Anzaleta, sobre el caserío de Sapela; 4.°, las calizas de variados caracteres, algunas con granos de cuarzo hialino, ya azuladas, ya con manchas rojizas, fuertemente inclinadas al S. entre Lesaca y Vera y en los km. 26 y 29 de la carretera de Irún, entre las cuales algunas podrán resultar, en definitiva, del carbonífero inferior; y 5.°, las calizas pizarreñas alternantes con pizarras arcillosas muy blandas que rodean la pintoresca vega de Alzate, entre Vera y Laviga, las cuales con poca inclinación meridional se prolongan hasta el puerto de Echalar.

Ultimos avances de estas capas devonianas deben ser las rocas análogas que asoman en el comienzo del río Arizacun, bajo la collada de Izuleguí, donde inclinan 33° O.NO., alineación que acusa los desarreglos y trastornos estratigráficos que hay por esa parte; así como la faja de 200 m. de anchura compuesta de calizas arcillo-carbonosas, con muchas vetas espáticas, entre el puerto de Otsondo y el km. 70 de la citada carretera.

Impresiones de crinoides y braquiópodos, aunque borrosos, se hallan en las pizarras blandas y grauwackas sabulosas careadas de la serrezuela de Pansuchar y de la bajada del monte Alcurrunce á Aspilcueta, donde alternan con calizas compactas pizarreñas, también fosilíferas. Se prolongan las mismas capas de Elizondo hasta más allá de Zubieta, pasando por los bosques de Bertiz, en cuyas calizas abunda la *Rhynchonella Orbignyi*, Vern., tan frecuente en casi todas las manchas devonianas de España.

Entre Urdax y Sumbilla, al S. de Urdax y en Eyharce se extienden manchitas de caliza devoniana que contienen, entre otros fósiles, las siguientes especies características de la edad coblentziense: *Orthis vulvaria*, Schl.; *O. orbicularis*, Vern.; *Strophomena patricia*, Stein.; *S. Murchisoni*, Vern.; *S. Sedgwickii*, Arch. et Vern.; *S. bifida*, Roem.; *S. sarthacensis?*, Oehl. et Dav.; *Streptorynchus umbraculum*, Schlot.; *Athyris concentrica*, Buch.; *Spirifer cultrijugatus*,

Roem.; *S. paradoxus*, Schl.; *S. arduenensis?*, Schnur.; *Retzia Adrieni*, Vern.; *Chonetes semiradiata*, Sow.; *Pleurodyctium problematicum*, Gold. Al E. de Dancharinea la misma faja devoniana contiene muchos fragmentos de crinoides y de coralarios, según también advierte el Sr. Stuart-Menteath [1].

Al S. de los Alduides, entre Irurita y el Quinto, por las altas montañas de Artesiaga y las que le rodean, es muy difícil deslindar con toda precisión las diferentes edades paleozóicas, pues son tantos y tales los trastornos estratigráficos, que no hay un kilómetro cuadrado de superficie sin grandes alteraciones en la marcha de los estratos. Así es que á beneficio de inventario traslado á continuación los datos que hace años tomé rápidamente en esa comarca.

Las grauwackas pizarreñas alternantes con pizarras inclinadas 50° E. contienen crinoides en Saucelay; en su prolongación meridional tuercen con 66° inclinación E.NE. en el monte Egurtegui, donde se ven impresiones y moldes de *Orthis;* también con buzamiento oriental se intercalan bancos de caliza brechoide en Artesiaga; otras calizas del collado de Azaldegui muestran *Favosites* y crinoides, de los cuales se ven señales con moldes de *Spirifer*, *Leptæna* y otros braquiópodos en las areniscas ferruginosas alternantes con pizarras del barranco Cibiondo, al N. de la casa de Urquiaga; así como en las pizarras arcillosas alternantes con calizas de variados caracteres que se extienden por las vertientes de Sayúa y Orzola, sobre el vallejo Requerena, uno de los afluentes al Arga. Algunas de esas calizas tienen caracteres del mármol amigdaloideo y deben considerarse carboníferas.

Alrededor de la montaña de Abi, en la parte alta del valle de Esteribar, hay otra faja de caliza veteada gris, que desde el puerto de Urtiaga, donde contiene crinoides, *Favosites cervicornis*, *F. polimorpha* y otros coralarios, se dirige por Aratun á los Alduides y reaparece entre Valcarlos y Roncesvalles, uniéndose por el extremo opuesto con el devoniano del Quinto.

(1) *Sur le dévonien des Pyrénées occidentales. Bull. Soc. géol. France*, 3.ª serie, tomo XVI, pág. 410.

Desde el Quinto se prolongan las capas devonianas á la parte alta de los valles de Eugui, Alduides y Roncesvalles. Las pizarras arcillo-ferruginosas, silíceas y cavernosas, con crinoides y braquiópodos mal conservados, se asocian al N. de Abi á cuarcitas amarillentas y blanquecinas, á pizarras ampelíticas negras, pizarras arcillosas pardo-rojizas y calizas con vetas espáticas, que en el puerto de Urtiaga buzan al E.; en Sorigain inclinan 45° NE., y en Abi, Lastur y Lizarza se apoyan sobre cuarcitas probablemente silurianas.

Un manchoncito paleozóico, cercado por areniscas y pudingas del trías, asoma en el desfiladero del Irati, entre Aripe y Oroz-Betelu, y á pesar de su pequeña extensión superficial, pues no llega á 10 km. cuadrados, se hallan representadas en él casi todas las rocas paleozóicas de Navarra. Debajo de unas pizarrillas azuladas con manchas ocráceas aparecen calizas devonianas con zoófitos, que á su vez yacen sobre cuarcitas y pizarras silíceas, torcidas y plegadas repetidas veces, y entre las cuales se ven fajas de sílex de color más claro. Las areniscas calíferas del bosque de Irati están cuajadas de artejos de *Cyathocrinus pinnatus*, Gold., acomodándose la separación del sistema y del cretáceo á una falla que pasa por Roncesvalles y la fábrica de Orbaiceta.

Las capas de caliza devoniana con fenestellas y restos de coralarios que asoman al S. de Garralda, son continuación de las anteriores, y también asoman fuertemente levantadas, dislocadas y discordantes con el trías.

Huesca.

Intimamente asociado al siluriano superior se presenta el devoniano en las manchitas de esta provincia, compuestas de la alternación de calizas y pizarras arcillosas.

Más bien puede ser devoniana que siluriana la manchita paleozóica de las montañas del Palo, junto á Aguas Tuertas y Guarrinza, en la parte alta de los valles de Hecho y Ansó, compuestas casi exclusivamente de pizarras arcillosas y silíceas, pero sin restos orgánicos.

Comienza en el valle de Canfranc, cruzando el de Tena y prolongada hasta la Pazosa de Broto la faja devoniana mejor caracterizada de la provincia. A cuatro kilómetros de Canfranc se encuentran sus calizas muy poco inclinadas, con abundancia de *Cyathophyllum cæspitosum*, Gold., y otros coralarios; los mismos bancos se levantan antes de llegar á la casa de la Cuca, inclinan 84° N.NE. en la Batería, vuelven á ponerse horizontales, y, por fin, inclinan 80° N.NE. en Santa Cristina y la Anglasé, donde se les asocia el mármol amigdaloideo, considerado hoy carbonífero, ocultándose bajo las capas triásicas. Más al E. atraviesan las devonianas la collada y puertos de Izas, penetrando en el valle de Tena, donde adquieren mayor desarrollo por su parte central y en su extremo NO. Entre el Pueyo y Sallent alternan pizarrillas arcillosas deleznables con calizas arcillosas pizarreñas, entre las cuales se encuentran restos mal conservados de *Orthoceras remotum*, Richter; *Rhynchonella Pareti*, Vern. et Arch.; *Orthis opercularis*, Murch.; *Atrypa reticularis*, Lam. sp., y varias impresiones de *Spirifer*, especies características del devoniano inferior.

Más al N., cerca del puerto de Sallent, alternan calizas arcillosas pizarreñas gris-rosáceas y gris-azuladas, con otras marmóreas, mostrando señales de *Goniatites*, crinoides y coralarios, que también se observan en Pondiellos y la Portaza de Sallent. Las mismas capas se prolongan al O. por el arroyo Colivilla, donde se ven moldes é impresiones de *Retepora* y *Spirifer*.

Los bancos devonianos se prolongan del valle de Tena al de Broto por el Portillo de Año, al N. de Tendenera, y la ribera de Otal hacia la Pazosa y Bernatuara; y abunda en restos fósiles iguales á los indicados, una caliza compacta gris con manchas cloríticas, alternante con cayuelas también cloríticas, algo lustrosas, que contienen zoófitos y crinoides.

El islote comprendido en los valles de Gistaín y Benasque, por un lado de la montaña de Sarries, entre el Ingroto y el barrio de San Mamés, está formado de caliza sacarina de aspecto brechoide, por las muchas vetas espáticas blancas que cruzan su fondo gris ro-

jizo, asociada á otra compacta pizarreña de variados colores en fajas y manchas, cubierta en parte de costras de caliza arcillosa talcífera. Esas calizas se intercalan entre otras grises, arcillosas, que encierran abundantes tallos de *Cyathocrinus pinnatus*, Gold., y fragmentos de un *Orthoceras* parecido al *O. remotum*, Richt.

Al pie del pico de Aguas Pases, entre los barrancos de Remuñe y de Literola, á la derecha del Esera y frente á los baños de Benasque, donde en nuestros mapas se señala una fajita cambriana, existe una alternancia de pizarras arcillosas y de calizas compactas negro-azuladas, en cuyas rocas halló el Sr. Gourdon *Retepora* ó *Fenestella*, *Atrypa reticularis*, *Strophomena depressa* y *Spirifer cultrijugatus*, que caracterizan, principalmente el último, la edad coblentziense (1). Esta manchita devoniana cruza al S. del Hospicio de Benasque, junto á la derruída Casa del Rey, donde hace mucho tiempo Leymerie y y hace pocos años el citado Sr. Gourdon encontraron restos específicamente indeterminables de *Orthis*, *Spirifer* y *Leptæna*, en extremo deformados, pero muy abundantes, en capas encorvadas y desgarradas, con señales de haber estado sometidas á grandes presiones.

Lérida.

Siguiendo las márgenes del Noguera Pallaresa, entre dos fajas triásicas encaja otra devoniana que descuella en las sierras Custoya y Hospital de Erta, donde las calizas grises con crinoides alternan con delgados lechos de pizarras verdosas untuosas al tacto, á las que siguen otras calizas obscuras en capas de 10 á 30 cm. de espesor, las cuales de un tinte azulado pasan á otro rojizo, y se hacen marmóreas en su contacto con las arcillas y los conglomerados triásicos. Inclinan aquéllas 60° SO., y se extienden de E. á O. al N. de Gerri por el lugar de Compte.

Entre Esterri de Cardós y Rialp el Noguera Pallaresa cruza la faja

(1) *Contributions à la géologie des Pyrénées centrales*, pág. 97.

marcada como siluriana en el mapa general; pero es posible que entre las talquitas, filadios lustrosos y pizarras arcillosas, que se extienden por ambos lados del río, existan bancos devonianos intercalados. El sistema se muestra más claramente entre Rialp y Sort, en cuyas cercanías se intercalan, entre pizarras arcillosas, algunas capas de margas rojizas pizarreñas y de calizas, en las cuales vieron Verneuil y Keyserling restos de crinoides (1).

No se explica con toda claridad si es devoniana ó de la base del carbonífero la caliza rojiza de la montaña que separa el torrente de Castellás del río Cabo entre Guardia y Noves, que es marmórea en las canteras de Castells á 4 km. al E. de Gerri.

En contacto con el carbonífero en unos sitios y con el trías en otros, se desarrollan ampliamente las pizarras devonianas en los alrededores del fértil valle de La Seo de Urgel. En su *Geología de Lérida* (2), el Sr. Vidal traza un corte á lo largo del torrente Segars, en el que el devoniano está separado del carbonífero por una erupción porfídica.

En el curso del torrente las pizarras lustrosas, unas moradas, otras verdosas, están sumamente dislocadas con diversos buzamientos, pronunciándose su fuerte inclinación meridional cerca del carbonífero. Pizarras análogas constituyen las colinas de Castellciutat, que estrechan el Segre al SO. de La Seo.

Las mismas pizarras arcillosas muy foliáceas, moradas y azuladas se extienden entre La Seo de Urgel y Sort por los términos de Parroquia, Avellanos y Pallarolas, y por las vertientes N. del río Cabo, quedando ocultas bajo las areniscas triásicas en la subida á la sierra de Guils. Pasando á la zona que media entre el Noguera Pallaresa y el Ribagorzana, reaparecen las calizas anteriormente mencionadas en el pueblo de Embiñ, y las cuales se hacen más pizarreñas á medida que se avanza hacia Guiró, edificado sobre las pizarras arcillosas en contacto con el carbonífero, apareciendo las calizas en los términos

(1) *Coupes du versant méridional des Pyrénées: Bull. Soc. géol de France*, 2.ª serie, tomo XVIII, pág. 343.

(2) *Bol. Mapa geol.*, tomo II, pág. 280.

de Castellnou y Avellanos. Lo mismo que las silurianas, varian mucho en su alineación las capas devonianas, que en Compte inclinan 60° O. 30° S., entre La Seo y Navinés 60° S., en Castells 40° N. 30° E., y en Castellciutat 60° E. 30° N.

En el extremo NE. de la provincia, siguiendo la cuenca del Segre, entre Isobol y la sierra de Cadí, se desarrolla el devoniano por el orden que indica la figura 2, en que se reproduce el corte trazado por Leymerie [1].

El pueblo de Isobol está edificado sobre calizas grises y rojas, 3, éstas amigdaloideas, y que probablemente indican el comienzo del sistema carbonífero, arqueándose, como se dibuja al pie del mismo lugar. Penetrando en el desfiladero que encaja el rio hasta Belver, sobre dichas rocas se apoyan bancos de pudinga y arenisca, asociadas á pizarras arcillosas negruzcas; y según indicaciones de Durocher [2], esas pudingas se componen de cantos de cuarzo, de granito y de pizarra, imperfectamente rodados, de 10 á 15 cm. de diámetro, empotrados en una pasta arcilloso-pizarreña. Sobre esas capas detríticas se extienden las de pizarras, que se doblan y rizan, predominando el buzamiento al NE.

En el fondo de la cuenquecita de Belver las formaciones paleozóicas quedan ocultas bajo una masa de argilolita roja, tal vez indicaciones de rocas hipogénicas descompuestas, coronadas de una tierra arcillosa verdosa clara que supuso Leymerie de origen lacustre, relacionada con otros yacimientos terciarios de la Cerdania.

Entre Belver y El Martinete reaparecen las calizas y pizarras devonianas, 3, estas últimas abigarradas y mucho más desgarradas en cortos trayectos que lo que puede indicarse en el corte. Por bajo de ellas, cerca de El Martinete, asoman otras calizas azuladas y pizarras negruzcas piritosas y ampelíticas, 2, que pueden incluirse en el siluriano superior, marcándose en ellas un anticlinal.

Entre El Martinete y Torres desgarra al paleozóico una mancha

(1) *Bull. Soc. géol. France*, 2.ª serie, tomo XXVI, pág. 629.

(2) *Ann. des Mines*, 4.ª serie, tomo VI.

hipogéuica, 1, que sobresale en aristas salientes, sobre una de la cuales está edificado Aristot. Según Noblemaire [1], es un granito porfiroideo con mica verdosa que encierra varias vetas cupríferas. Calizas rojizas y pizarras arcillosas abigarradas quedan envueltas con diferentes rasgaduras y pliegues en todos sentidos entre las manchitas en que se divide este afloramiento granítico, y la más importante de éstas se destaca entre Puente de Bar y San Vicente, notándose que la roca está hendida por litoclasas paralelas, atravesándola además un dique verdoso, piroxénico probablemente.

Junto á San Vicente, cerca del contacto del granito y del paleozóico, brota un manantial de aguas sulfurosas termales (35°).

A 800 m. más abajo de ese pueblo termina el granito y reaparecen las calizas rojas y verdosas, que pueden ser devonianas, viéndose además otras calizas grises con listas ó fajas pizarreñas, tal vez silurianas, siendo difícil la determinación precisa de su edad, no sólo por la carencia de fósiles, sino por las multiplicadas dislocaciones estratigráficas que allí existen. Antes de llegar al pueblo de Torres, pasada una de las principales fracturas de las capas, se al-

Isobol.
Belver.
El Martinete.
Aristot.
Puente de Bar.
San Vicente.
Torres.
Urgel.
El Castillo.
Arfa.
El Pla.
Hostalet.

Fig. 3.—Corte por el valle del Segre, según Leymerie.

(1) *Ann. des Mines*, 5.ª serie, tomo XIV.

zan poco inclinadas las calizas azules silurianas, 2, alternantes con lechos delgados de pizarras ampelíticas y arcillosas. Probablemente una falla imperfectamente interpretada por Leymerie hace que entre Torres y La Seo de Urgel asomen por bajo las pizarras devonianas.

Siguiendo el camino de La Seo de Urgel á Puigcerdá, las pizarras y calizas del sistema inclinan al NE., extendiéndose ampliamente las primeras entre el Segre y el Valira. En ellas se notan diferencias de composición que tal vez correspondan á diferencias más importantes de edad; las inferiores, que son gris-verdosas, encierran vénulas y nudos de cuarzo, y á las superiores, fajeadas, negruzcas y azuladas, suceden pizarras de colores vivos abigarrados, entre las cuales se intercalan otras fajas de una roca arcillo-ferruginosa, parecida á una eurita descompuesta, en la cual abundan las señales de fósiles, entre los cuales, aunque muy mal conservados, los restos de diversos braquiópodos, sobre todo del género *Spirifer*, indican su correspondencia con el devoniano.

Continuando las exploraciones por la parte septentrional que limita el llano de Urgel, se observa que á las rocas anteriores siguen otras pizarras uniformemente grises ó negruzcas, las cuales pasan inmediatamente por bajo de las calizas con señales de *Orthoceras*, que se hallan en Torres y que continúan hasta dos kilómetros más allá de este pueblo. Con ellas alternan otras calizas arcillosas y terrosas pizarreñas, grises y amarillentas, con puntos espáticos que pueden ser indicaciones de crinoides diseminados. A un kilómetro más al N. de dicho Torres volvemos á encontrar la rasgadura señalada en el corte, viéndose entre los enormes peñascos desgajados de las montañas señales de las calizas rojas devonianas que coronan las cimas del lado opuesto de la falla, sobre otras silurianas donde se encontraron restos de coralarios, braquiópodos, orthoceras, trilobites y crinoides, cuya edad no es posible fijar con exactitud hasta que se obtengan especies bien determinadas.

Pasando de esos parajes de la derecha del Segre al lado opuesto del río, en la bajada de la ermita de Alas al pueblo de este nombre, se encuentran bajo las pizarras y calizas pizarreñas rojizas y verdo-

sas, otras blanquecinas con fragmentos de crinoides, que á su vez yacen sobre las calizas azuladas con indicaciones de *Orthoceras*, que ocupan el fondo del vallejo donde se levanta el lugar. En estratificación concordante se extienden por la ladera del SO. otras pizarras arcillosas inferiores á aquéllas, buzando toda la serie al NE. con perfecta regularidad.

El castillo de Urgel está edificado sobre esa pizarra terrosa blanda de matices verdosos y rojizos, que continúa hasta cerca de Arfa, donde otra pizarra muy lustrosa, gris clara, tal vez muy anterior al devoniano, queda oculta entre el lugar y El Pla, bajo mantos diluviales. Pasado El Pla se sobrepone al paleozóico la serie secundaria con las areniscas y pudingas, 4, del trías inferior, las arcillas y calizas dolomíticas, 5, del trías superior, la fajita liásica, 6, y el cretáceo inferior, 7, de las vertientes occidentales de la sierra de Cadí.

Según trabajos recientes del Sr. Roussel, existen varias fajitas devonianas y carboníferas en las manchas silurianas y cambrianas del extremo NE. de la provincia y en Andorra [1]. Bajando por este último, á partir del puerto de Bañels, se encuentran las siguientes capas paleozóicas:

1. Pizarras negras cambrianas, con lentejones de caliza y de cuarcita, enclavadas en gneis y leptinitas.

2. Pizarras fibrosas, fajeadas, maclíferas é impregnadas de sílice, que el Sr. Roussel califica de silurianas como las anteriores, porque incluye el cambriano en el siluriano inferior.

3. Siluriano. Calizas en masa y pizarreñas alternantes con pizarras negras y maclíferas ó teñidas de rojo por óxidos de hierro.

4. Devoniano, representado por lechos delgados de calizas con crinoides, blancas, verdes ó amarillas, de brillo graso, cristalinas ó amigdaloideas en sitios. Miden gran espesor entre la Cortinada y Ordino; á la izquierda del río Valira las inferiores buzan al S. y las

(1) *Étude stratigrafique des Pyrénées. Bull. des services de la carte géologique de la France*, tomo V.

superiores al N., á causa de una inversión que es completa en la orilla opuesta.

5. Permo-carbonífero. Calizas pizarreñas y pizarras negras, que se elevan en el alto monte de la Masana.

6. Devoniano. Calizas en losas, blancas, amarillas ó verdes.

7. Pizarras silurianas en gruesos bancos impregnados de pirita y de mica, tránsito á grauwackas, atravesadas en Andorra por un dique granítico.

8. Devoniano. Calizas amigdaloideas muy desarrolladas en la confluencia del Valira y del arroyo de Os.

No marca el Sr. Roussel dimensiones de anchura ni de espesores; pero sus interesantes datos demuestran que hay tres fajitas devonianas en esta parte de la Península, las cuales se reproducen en otro corte trazado por la divisoria del Valira y del Noguera, marchando en orden ascendente.

8. Calizas devonianas, en parte amigdaloideas.

7. Pizarras silurianas micáferas con un dique porfídico.

6. Devoniano. Calizas pizarreñas y en losas de varios colores.

5. Permo-carbonífero. Pizarras negras antracíferas que pasan por el pueblo de Os y encierran lentejones de una pudinga formada por trozos gruesos de cuarzo, y á las que siguen, pasado un pliegue, otras pizarras negras alternantes con calizas pizarreñas.

4. Devoniano. Calizas pizarreñas con crinoides.

3. Siluriano. Pizarras negras con lentejones de caliza llena de *Orthoceras* y con *Scyphocrinus elegans* en la fuente donde nace el río Os. Siguen después otras pizarras negras con artejos de *Scyphocrinus elegans*, apoyadas sobre otras arcillosas, que á su vez yacen sobre las fibrosas cuarcíferas (núm. 2), y las rojizas ó negras también silíceas é impregnadas de sílice, limitadas por el gneis en el ibón ó estanque de los Estrets.

A partir de Llavorsi señala otros dos itinerarios el Sr. Roussel por la parte alta del valle del Noguera, siguiendo los dos brazos del Cardós y del Pallaresa. Subiendo por el de Cardós, se sucede la siguiente serie:

1. Siluriano. Pizarras negras con grauwackas, sobre las cuales está edificado el lugar de Llavorsi.

2. Devoniano. Caliza amigdaloidea ó compacta con crinoides.

3. Permo-carbonífero. Pizarras negras y de tejar con lentejones de pudinga cuarzosa.

4. Devoniano. Calizas.

5. Siluriano. Pizarras negras en la confluencia del Noguera de Cardós y del Noguera de Vallfarero, á las que siguen otras arcillosas y lustrosas hasta Ribera de Cardós.

6. Cambriano. Pizarras silíceas que más arriba de Ribera de Cardós inclinan invertidas 50° N. y más levantadas á partir de Esterri, señalándose después un pliegue sinclinal.

7. Siluriano. Pizarras negras desarrolladas cerca de Lladore.

8. Devoniano. Calizas sobre que está edificado Lladore.

9. Permo-carbonífero. Pizarras que terminan en las silurianas y cambrianas que se extienden más al N.

Subiendo por el valle del Pallaresa se cruzan las mismas fajas por orden idéntico, sin que merezcan consignarse otros detalles más que las calizas devonianas de la segunda zona (núm. 4) asoman al pie de Escalo ó Escalarre, en cuyo pueblo afloran las pizarras negras con *Monograptus priodon* y *proteus* del núm. 5, y que la bandita del 7, ó sea de Lladore, cruza por bajo de Esterri de Aneo, por cima de cuyo pueblo limitan el valle las calizas devonianas del núm. 8, á las que siguen las pizarras permo-carboníferas, las silurianas y cambrianas más próximas á la frontera.

Gerona.

Demasiado escasas noticias tenemos de la composición de las manchitas devonianas que en los Pirineos de Gerona yacen sobre las ampelitas silurianas. Pizarras verdosas y de color heces de vino representan el sistema entre Planolas y Nabá, en la subida á Castellar del Nuch por la collada de Roqueta y en la vertiente derecha del río de

Abella, que se junta al Ter antes de Camprodón. «Pero estas rocas por sí solas, advierte el Sr. Vidal (1), no bastarían para determinar el sistema, si no existiese bajo ellas, en dichas localidades, el horizonte bien definido del siluriano superior, porque hay en el siluriano inferior pizarras coloreadas que individualmente se confunden con las devonianas.»

En definitiva, la carencia de fósiles y de datos estratigráficos nos tienen en una obscuridad casi absoluta respecto al devoniano de esta parte de los Pirineos.

ARTÍCULO IV

SISTEMA DEVONIANO DEL RESTO DE ESPAÑA

Se reduce á manchitas de pequeñas dimensiones el devoniano del resto de España, no habiéndose deslindado todavía con rigurosa exactitud los tramos que en ellas se presentan, pues se nombran al propio tiempo especies de las edades inferiores y de las superiores, sin perjuicio de que algunas características de la parte media, tales como el *Stringocephalus Burtini*, corresponden á ejemplares mal determinados de otras diferentes.

Barcelona.

Fuera de la pequeña porción de la manchita de la sierra de Cadí, correspondiente á esta provincia, no aparece señalada en el Mapa general otra alguna en las inmediaciones de la capital, donde, sin embargo, existen apoyadas sobre el siluriano en San Clemente de Llobregat y en las inmediaciones de San Bartolomé de la Cuadra, Papiol, Vallvidriera, Mont Baró, Moncada, Mongat y Malgrat, en cuyas

(1) *Bol. Mapa geol.*, tomo XIII, pág. 227.

localidades representan el sistema unas calizas con crinoides. Según el Sr. Carez [1], también son devonianas las calizas de Josepets, junto á Gracia, y las del N. de Olesa, que los demás geólogos que han estudiado el país clasifican de triásicas.

Gracias á las incesantes investigaciones del Dr. D. Jaime Almera se van fijando algunos datos positivos acerca del devoniano de esas localidades y otras inmediatas, habiendo reconocido la existencia de dos niveles [2] sobrepuestos al siluriano superior, á saber:

A.—Filadios arcillosos con *Harpes venulosus*, Corda; *Phacops miser*, Barr.; *Monograptus vomerinus*, *M. proteus*, *M. jaculum*, *M. nudus*, *M. concinnus*, *M. colonus*, *M. basiliscus* y otros restos. Miden 30 metros de espesor en los cerros de Rocabruna y los Aurioles de Gavá y en Brugues.

B.—Calizas con *Orthoceras*, sobrepuestas á los filadios en las mismas localidades con 3 m. de espesor.

Corresponden esas capas al nivel más inferior del sistema, confundiéndose varias especies recogidas en Brugues con otras casi idénticas del siluriano superior. En las pizarras ó filadios arcillosos de esta última localidad encontró además el Dr. Almera *Proetus dormitans*, Richter; *Tentaculites Geinitzianus*, Richter; ¿*Panenka pernoides*, Rich.?; ¿*Dualina major*, Barr.?; ¿*Orthis pecten*, Rich.?; ¿*Hyolites nobilis*, Barr.?; ¿*Spirifer micropterus*, Schl.?; *Orthoceras bohemicum?*, *Cyrtina heteroclyta* y *Leptæna corrugata?* Advierte el Sr. Barrois [3] que estas tres últimas especies no parecen corresponder á los tipos descritos por Barrande, Defrance y Portlok, sus respectivos autores, sino á las figuras de Richter [4], agregando que por el mal estado de conservación de los ejemplares catalanes no puede fijar una descripción crítica; pero bastan para señalar relaciones inesperadas con la fauna devoniana de Turinga. La presencia de *Mono-*

(1) *Etudes des terrains crét. et tert. du Nord de l'Espagne.*

(2) *Mapa geológico de los alrededores de Barcelona.*

(3) *Observations sur le terrain dévonien de la Catalogne. Ann. Soc. géol. du Nord*, tomo XX, pág. 63.

(4) *Zeits. deuts. géol. Gessel.*, tomo XVII, 1865.

graptus vomerinus parece al Sr. Barrois muy extraña en ese nivel.

A la misma base del devoniano pueden corresponder las pizarras calíferas ó calizas arcillosas pizarreñas superiores á la grauwacka del siluriano superior de Moncada, y las cuales, además de muchos artejos de crinoides, contienen, aunque mal conservados, *Tentaculites Geinitzianus*, Rich.; *Leptæna corrugata*, Richter (non Portlok), y *Pleurodyctium selcanum*, Gieb.?

Más rico en fósiles que las dos localidades mencionadas es el paraje nombrado Can Amigonet, cerca de Papiol, señalado por el Dr. Almera con la inicial S[se], y donde, además de las tres últimas especies citadas, encontró *Harpes venulosus*, Corda; *Phacops fugitivus*, Barr.?; *Proetus expansus*, Richt.?; *Tentaculites acuarius*, Richt.; *Styliola lævis*, Richt.; *Strophomena? curta*, Richt.; *Pentamerus oblongus*, Richt.; *Leptæna fugax*, Richt.; ¿*Spirifer histericus*, Schlot.?; un *Chonetes* parecido á la *Leptæna? lata*, Richt. (non Buch.), y unas espinas semejantes á las del género *Pterygotus*.

La presencia del *Pleurodyctium selcanum*, Gieb., y la abundancia del *Phacops*, del grupo *Trimerocephalus*, indujeron principalmente al Sr. Barrois (1) á considerar de la base del devoniano tales yacimientos. Dicho subgénero de *Phacops*, de ojos pequeños, apareció en el siluriano superior, llegó hasta el devoniano superior y tuvo su apogeo en el devoniano inferior. La especie del Can Amigonet parece intermedia entre el *Ph. miser* y el *Ph. fugitivus*.

Otra prueba de que sea devoniana más bien que siluriana la fauna de Brugues y del Can Amigonet, consiste en sus relaciones con la fauna de *Tentaculites* de las pizarras, también arcillo-calcáreas, de Turinga, donde existen casi todas las especies citadas anteriormente entre el devoniano medio y el siluriano superior, que, como en Cataluña, se compone de pizarras con *Monograptus* y calizas con la *Cardiola interrupta*. Adviértase también que la fauna de Turinga se relaciona con la pirenáica del Alto Garona por la presencia de *Nereites*, considerados indebidamente como silurianos hasta hace poco.

(1) *Ann. Soc. géol. Nord.*, tomo XX, pág. 65.

Esta fáunula devoniana de las inmediaciones de Barcelona constituye un nivel especial, desconocido en el resto de la Península.

Apoyadas sobre las pizarras silurianas del extremo septentrional de la provincia, en las estribaciones de la sierra de Cadí, se alzan en Coll de Jou y Puig Llansada grandes crestas de calizas de grano fino con vetas blancas espáticas, compactas y de fractura desigual, de colores obscuros y fajeadas de negro en Pla de Anyella y Arola, blanquecinas, con manchas rosadas de grano fino y algo silíceas en Coll de Jou. En este punto miden unos 500 m. de espesor y cerca de 600 por las crestas del Puig Llansada, donde se intercalan lechos de pizarras arcillosas rojas y areniscas de grano muy fino. Toda esta masa de calizas diversamente inclinadas al S. imprime los rasgos más salientes de estas altas montañas, y por bajo de ellas asoman las calizas, donde quedaron desgarradas tanto en el fondo del valle como en los altos barrancos. A juzgar por los estudios de los Sres. Maureta y Thos, pudieran corresponder al devoniano.

Zaragoza y Teruel.

Mancha de Luesma y Nogueras.—Entre la sierra de Herrera y Daroca, rodeada enteramente por el siluriano, salpicada de islotes hipogénicos y triásicos, mide 70 km. cuadrados una mancha comprendida en parte de los términos de Luesma y Fombuena (Zaragoza), Nogueras y Santa Cruz de Nogueras (Teruel). Habrá pocas que hayan sido visitadas por tantos geólogos (1), habiendo resumido el Sr. Cortázar en el adjunto corte sus caracteres estratigráficos. Sobre las pizarras y cuarcitas silurianas, 1 (fig. 3), se apoya la zona inferior devoniana, 2, compuesta de filadios verdosos y de calizas, incli-

(1) Verneuil, *Bull. Soc. géol. France*, 2.ª serie, tomo XX, pág. 691. Vilanova. *Ensayo de descrip. geog. de la prov. de Teruel*, pág. 21. Donayre, *Mem. geol. de la prov. de Zaragoza*, pág. 63. Cortázar, *Bosquejo físico-geológico y minero de la prov. de Teruel: Bol. del Mapa geol.* tomo XII, pág. 77. Palacios, *Reseña geol. de la región meridional de Zaragoza*, pág. 39.

nados 35° O.SO.; yacen sobre ellos unas pizarrillas ó cayuelas fosilíferas, 3, y, por fin, las calizas y grauwackas, 4, que coronan la formación. Las calizas tienen lisos ferruginosos y son muy fosilíferas por cima de la fuente de Nogueras, á P. de cuyo pueblo las pizarrillas verdosas están acompañadas de lechos de caliza, extendiéndose por lo alto de los cerros rocas ferruginosas con *Rhynchonella Orbignyi*, *Spirifer hystericus*, *Combophyllum Marianum* y otras especies de la parte inferior del sistema. Además de ellas se encuentran las siguien-

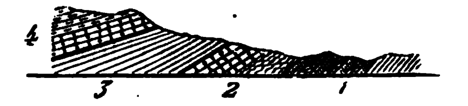


Fig. 3.—Corte del devoniano de Nogueras, según el Sr. Cortázar.

tes de los tramos inferiores: *Alveolites denticulata*, M. Edw.; *Orthis orbicularis*, Vern.; *O. umbraculum*, Kon.; *O. Michelini*, Kon.; *O. Beaumonti*, Vern.; *Leptæna Bouei*, Barr.; *L. Murchisoni* Vern.; *Atrypa aspera*, Dav.; *Spirifer Pellico*, Vern.; *S. Bouchardi*, Murch.; *Rhynchonella Pareti*, Vern.; *R. sub-Wilsoni*, Orb.; *Terebratula Archiaci*, Vern.; *T. Schulzii*, Vern., y otras indeterminadas de *Pradocrinus*, *Pentamerus*, *Atrypa*, *Lyonsia*, *Conocardium*, *Capulus*, *Orthoceras*, *Homalonotus* y *Phacops*.

Las pizarras arcillosas son las rocas más abundantes de la mancha: en unos sitios divisibles en hojas planas; en otros deleznables, de fractura desigual y superficie rugosa, con frecuencia micáferas, calíferas y ferruginosas. A lo largo del barranco Valnegro, al SO. de Fombuena, buzan al NE., con variables inclinaciones, ya casi verticales y hasta invertidas, ya suavemente plegadas.

Las calizas se desarrollan principalmente en la Cañada, á la derecha del Valnegro, donde suman 18 m. de espesor; y las areniscas, alternantes con pizarras arcillosas, verticales, con frecuentes cambios de alineación, descuellan en el cabezo de Santa Catalina al SE. de Fombuena y en el serrijón de la Pajaranca, que se extiende hacia Luesma.

Por la influencia de las rocas hipogénicas inmediatas, las pizarras rojizas del monte de Patilengua, muy descompuestas, así como las areniscas y grauwackas ferruginosas, encierran vetas y nódulos de cuarzo con anfibol verde obscuro. En la rambla de Luesma se intercalan entre ellas samitas y filadios azulados con variables inclinaciones al S. 20° E.; pero entre Luesma y el pie de la sierra de Herrera los estratos se ofrecen menos trastornados, en sitios casi horizontales, discordantes sobre las cuarcitas silurianas, fuertemente inclinadas, y separados ambos sistemas por una falla alineada al NO.

ISLOTE DE LANGUERUELA.—Al SO. de la anterior, limitada en este rumbo por el cuaternario, al opuesto por el trías y en los otros por el terciario, asoma á orillas del Huerva un islote de 4 km. cuadrados, en cuyo centro se halla el lugar de Langueruela. Está formado

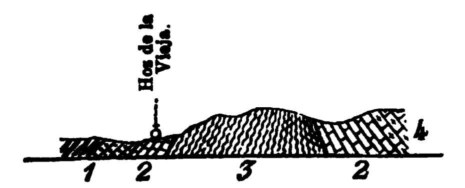


Fig. 4.—Corte del devoniano de Hoz de la Vieja, según el Sr. Cortázar.

de pizarras azuladas y negruzcas, areniscas pardas y grises, algunas muy ferruginosas con abundantes artejos de crinoides, y por bajo unas calizas azuladas con restos de las especies acabadas de citar.

MANCHITA DE ARMILLAS.—Entre Armillas y Hoz de la Vieja, en la parte media de la faja siluriana de Montalbán y rodeada de pizarras y cuarcitas silurianas, mide 6 m. cuadrados una manchita de filadios ferruginosos, semejantes, según Verneuil, á los devonianos del Rhin, encontrándose en ellos *Spirifer Bouchardi*, Murch., vel *Comprimatus*, Schl., y fragmentos de *Phacops*, *Petraia* y crinoides. La figura 4 indica la disposición de estos filadios, 3, encajados entre las calizas triásicas, 4, á las que se sobreponen por un lado las areniscas y margas del trías, 1, y por otro las calizas cretáceas, 4.

Análoga disposición se observa entre Segura y la Hoz de la Vieja,

según la figura 5, asociándose con las pizarras devonianas, 4, unas calizas de la misma edad encajadas, en las canteras de Fuendemonía, entre las calizas triásicas, 3, á las que se sobreponen las cretáceas, 2, y las terciarias, 1.

Guadalajara.

A dos manchitas, que en junto apenas alcanzan 4 km. cuadrados, se reduce la representación del devoniano en esta provincia.

Manchita de Atienza.—Aunque con algunas dudas, por la carencia de restos orgánicos, el Sr. Palacios refiere á este sistema (1) una manchita enclavada al O. de Atienza, entre los pórfidos, el siluriano y el trías. Es de figura semilunar, sólo mide 600 m. de ancho en el

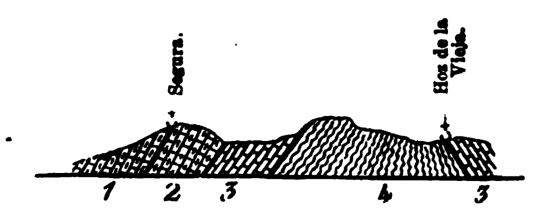


Fig. 5.—Corte del devoniano en Fuendemonía, según el Sr. Cortázar.

camino de esa villa á Tomelloso y se compone de pizarras arcillosas, pardo-amarillentas, poco coherentes, con algunas calizas blanquecinas interpuestas.

Asomo de Alcolea de las Peñas.—Al E. del mismo Atienza, no lejos de los confines de Soria, tocando la mancha siluriana del Guadarrama por el extremo oriental de ésta, cerca del río Cercedillo, y cubierta por el trías en los otros rumbos, asoma una manchita entre Imón y Alcolea de las Peñas, á la que señala el Sr. Castell 700 hectáreas de extensión (2). Su composición es algo más variada que la

(1) *Reseña física y geológica de la parte NE. de la provincia de Guadalajara. Bol. Mapa geol.*, tomo VI.

(2) En el mapa que acompaña á su *Descripción geológica de Guadalajara* señala mayores dimensiones, sin duda para hacerla más perceptible.

de la mancha anterior: pizarras clorítico-arcillosas en la base; calizas en su parte media; cuarcitas y areniscas en la superior.

Las pizarras amarillentas, gris-verdosas y azuladas, suelen ser tan deleznables que se deshacen entre los dedos; pero sitios hay, como el barranco del Agua, al pie de la loma de los Raserillos, donde son más coherentes, sin duda por encerrar nódulos ó almendrillas silíceos. Hay también otras pizarras gris-azuladas que se dividen en fragmentos irregulares.

Es la roca más abundante de esta mancha una caliza gris negruzca, semi-cristalina, marmórea, atravesada de vetas blancas espáticas, que encauza el citado barranco, y en ella se han encontrado las siguientes especies, que permiten referir el asomo á las edades inferiores: *Favosites fibrosa*, Gold.; *Athyris concentrica*, Schlot.; *Retzia Guerangeri*, Barr.; *Rhynchonella sub-Wilsoni*, Orb.; *R. protecta*, Sow.; *Orthoceras Jovellani*, Vern., y *Homalonotus bisulcatus*, Salter.

Se marcan varios pliegues en las cuarcitas sobrepuestas, que son gris-azuladas y negruzcas, alternan con pizarras silíceo-arcillosas y se muestran á la izquierda del río Alcolea. Son más abundantes las areniscas micáferas, rojas ó amarillentas, tan parecidas á las triásicas, sobre todo en dicho barranco del Agua, junto al camino de Imón, que no podrían distinguirse sin sus caracteres estratigráficos. «Pocos puntos se presentarán en la provincia, tal vez ninguno, agrega el Sr. Castell [1], donde más patente y localizada se muestre la acción del levantamiento en una época posterior á la sedimentación del trías, cuyos materiales se recortan en un majestuoso circo de paredes inclinadas hacia el manchón devoniano, notándose además que dicha acción no se propagó á mayor distancia de 200 m., pues entre Paredes é Imón las margas irisadas y las calizas triásicas apenas perdieron su horizontalidad.»

(1) *Bol. Mapa geol.*, tomo VIII, pág. 177.

Cuenca.

Cinco islotes devonianos, que en total suman unos 22 km. cuadrados de extensión, asoman entre el trías de la provincia de Cuenca. La mayor está en el término de Boniches, entre la confluencia del río Laguna con el Cabriel hasta el Cañizar; otras dos á 6 km. al S. de Henarejos á orillas del arroyo de los Castillejos; otra entre Talayuelas y Garaballa en las vertientes del pico Ranera, tocando al jurásico por el N., y otra algo más al E. Es casi seguro que estos cinco islotes, muy próximos entre sí, confinados en la parte NE. de la provincia, no lejos de Valencia, están unidos bajo los sedimentos triásicos entre los cuales asoman, según observa el Sr. Cortázar (1); pero rechazando la idea de Jacquot de subordinar á éstas y á las de gran parte de España dentro de una banda determinada por dos líneas paralelas, dirigidas N. 10° O., que pasasen por los picos de Ranera y Boniches.

Cuarcitas verdosas y negruzcas, filadios grises y lustrosos y algunas calizas amarillentas constituyen la mancha de Boniches, cuyas capas, muy trastornadas y de escaso espesor, se alínean al N. 15° O. con inclinaciones que varían de 50 á 70°. Idénticamente alineados los filadios verdosos y cuarcitas aparecen al S. de Henarejos con ondulaciones y pliegues repetidos en una de sus manchas, asociados con areniscas ferruginosas y calizas cristalinas, en las cuales se han reconocido en el cerro del Hierro las especies siguientes: (2) *Dalmanites calliteles*, Green.; *Spirifer hystericus*, Schl.; *Retzia Gueranger*i, Barr. sp.; *Leptæna Murchisoni*, Vern., y *Favosites fibrosa*, Gold., especies correspondientes al tramo rhiniano, que es también el que representa el devoniano en la mancha de Luesma.

(1) *Descrip. física, geol. y agrol. de la prov. de Cuenca*, pág. 81.
(2) Verneuil et Collomb, *Coup d'œil sur le const. géolog. de plusieurs prov. de l'Espagne*, pág. 76.—Cortázar, *Descrip. fís. y geol. de Cuenca*, página 79.

Filadios y cuarcitas micáferas de colores claros, limitados por pudingas triásicas, son las rocas de las vertientes del pico Ranera; mientras que al S. de Higueruelas representan el sistema las areniscas ferruginosas, algunas cuarcitas verdosas y las calizas semicristalinas gris-amarillentas, con inclinaciones al O. comprendidas entre 45 y 80°. Tanto en las últimas como en las primeras hay restos mal conservados de *Phacops latifrons*, Bronn.; *Dalmanites calliteles*, Green. sp.; *Rhynchonella Orbignyi*, Vern. sp.; *Spirifer hystericus*, Schl., y *Sp. Rojasi*, Vern.

Ciudad Real.

Las tres manchitas de esta provincia, aunque de reducida extensión, tienen mucha importancia, no sólo por su fauna, relativamente abundante, sino por sus relaciones con los criaderos de azogue. Una, situada á orillas del Guadiana, al S. de Navalpino, es de tan exiguas dimensiones, que no se ha figurado en el mapa. Las otras dos se hallan en el extremo SE., cerca de Córdoba y Badajoz, y la mayor es la que rodea el islotillo siluriano en que está edificado Almadén; llega al NE. hasta Gargantiel, tiene comprendido en su banda occidental el pueblo de Chillón y en casi toda su línea meridional se aproxima á la derecha del Valdeazogues. Las enérgicas roturas y dislocaciones que sucesivamente ocurrieron por el terreno donde hoy este río circula, dejaron aislada al SE. de la anterior otra manchita, la de Almadenejos, casi toda comprendida entre el Valdeazogues y el río de la Alcudia, á orillas del cual se acoda casi en ángulo recto, llegando su remate septentrional á poca distancia al S. de Gargantiel y su extremo occidental no lejos de la estación de Almadén.

Sin la presencia de los fósiles habría sido difícil deslindar estas manchitas del siluriano en que se presentan encajadas, pues las capas de ambos sistemas asoman desgarradas con muchos pliegues y saltos, como si estuviesen alternantes.

La roca que predomina en el devoniano es una arenisca metamor-

foseada, casi siempre ferruginosa, parduzca, amarillenta ó rojiza, á veces blanquecina, nunca tan dura como las cuarcitas silurianas. En ellas abundan los fósiles, entre los cuales se han recogido *Pleurodyctyum problematicum*, Gold.; *Favosites cervicornis*, Blain. sp.; *Acervularia Pradoana*, Haime; *Combophyllum Marianum*, Haime; *Productus Murchisonianus*, Kon.; *Orthis Beaumonti*, Vern.; *Strophomena romboidalis*, Wilk. sp.; *Rhynchonella Mariana*, Vern. et Barr.; * *R. Orbygnyi*, Vern. sp.; *Retzia Olivani*, Vern. et Arch.; *Athyris subconcentrica*, Vern. et Arch.; *Spirifer Pellico*, Vern. et Barr.; *S. speciosus*, Schlot.; * *S. disjunctus*, Sow.; *Terebratula Archiaci*, Vern. et Barr.; *Avicula Schulzii*, Vern. et Barr.; *Capulus compressus*, Gold. sp.; * *Pleurotomaria catenulata*, Barr. et Vern.; *Homalonotus Pradoanus*, Vern.; *Dalmanites stellifer*, Green.; *Phacops latifrons*, Bronn. El puerto del Ciervo, al N. de Almadén, y la dehesa de Guadalperal, entre Almadén y Almadenejos, son las localidades de donde proceden la mayor parte de estas especies, habiendo otros parajes fosilíferos en esos dos términos, en los de Chillón y Guadalmez. Las tres especies precedidas de un * se encuentran también en Navalpino. Los crinoides y los coralarios que tanto abundan en el devoniano de Asturias escasean en las manchas de Almadén, sin duda por la rareza del elemento calizo. Sin embargo, en varios parajes de los términos de Chillón y Guadalmez alternan con las areniscas las calizas grises y negruzcas veteadas y unas pizarras más terrosas y de colores más claros que las silurianas. En dichas calizas existen ejemplares de *Acervularia Pradoi*, Haime.

Debe incluirse en el devoniano [1] una variedad de *piedra frailesca* del aspecto de un conglomerado de elementos dolomíticos, cuarzosos y pizarreños y pasta gris verdosa, sin duda por la influencia de las rocas anfibólicas y piroxénicas que yacen en su contacto, manchada además de rojizo y de amarillo por los óxidos de hierro, con cuyos caracteres se encuentra á orillas del Guadiana, al S. de

(1) *Reseña física y geológica de la provincia de Ciudad Real. Bol. Mapa geol.*; tomo VII, p. 312.—*Bull. Soc. géol. France*, serie 2.ª, tomo XII, p. 192.

Navalpino, en el valle de Alcudia, cerca de Alamillo y en las cercanías de Gargantiel y Chillón. Al O. de este último, en el sitio nombrado Noria Nueva, según ya advirtieron los Sres. Cortázar y Prado, contiene fósiles apenas determinables, entre ellos una especie tan característica como el *Spirifer disjunctus*, Sow. Nótase además que en Chillón la roca es un agregado de fragmentos de caliza gris blancuzca reunidos por una pasta pizarreña gris obscura, y en Guadalperal es una caliza gris verdosa con trocitos muy diseminados de pizarra negruzca, entre los cuales se ven manchitas y venillas de cinabrio, en que también repararon los romanos.

Las calizas que hay en estas manchas son agrisadas casi siempre, y en Chillón contienen *Acervularia Pradoi*, Haime, *Pachypora cervicornis*, Gold. sp., y otros coralarios; en Casas del Castillo, cerca de Castillejo, la *Terebratula Mariana*, Vern. Las pizarras son más blandas y terrosas que las silurianas y abundan menos que las areniscas, que son las rocas predominantes, algunas de las cuales son blanquecinas; pero casi siempre están manchadas por hidróxidos de hierro, y en ellas se encuentran la mayor parte de los fósiles, principalmente en Guadalperal y Chillón, en Guadalmez, Vallenegrillo y Puerto del Ciervo. De esas localidades son casi todas las enumeradas anteriormente.

Cáceres.

Entre las filas de cuarcitas silurianas que por la mitad meridional de la provincia de Cáceres marcan las crestas más salientes de los montes de esta parte de Extremadura, llaman la atención varios lentejones de caliza, con la cual se asocian otras rocas devonianas, constituyendo pequeñas manchitas, restos de fajas estrechas que formaron en otro tiempo un conjunto unido, hasta que los cambios estratigráficos y la denudación las aislaron como hoy las vemos. En total apenas miden más de 40 km. cuadrados, la mitad de los cuales corresponde á las manchitas de Cáceres y La Aliseda.

Manchitas de La Aliseda.—A uno y otro lado de un asomo diabásico que hay al S. de La Aliseda se extiende en el fondo de Valde-

layegua una sinuosa fajita que en pocos sitios llega á 500 m. de anchura en una longitud que pasa de 12 km. Tres rocas principales metamorfoseadas por la hipogénica componen aquí la formación: calizas espáticas y compactas, á veces cuarcíferas, arenisca cavernosa y arcillas pizarreñas celulares muy ligeras.

Recorriendo la zona desde su extremo SE. hasta el opuesto, se notan en el valle de Fuenteslenguas algunas areniscas rojo-parduzcas y pardo-amarillentas, con numerosas impresiones de restos orgánicos, cuyos moldes, al desaparecer, dejaron oquedades en la roca. Un kilómetro más al N.NO., en las Morras de Valdelacasa, las areniscas se hacen más compactas, de colores más claros, muy parecidas á las de Guadalperal (Almadén), con impresiones y moldes de *Spirifer disjunctus*, Sow.; *Rhynchonella Orbignyi*, Vern. et Barr.; *R. Mariana*, Vern. et Barr., y *Proetus Cuvieri*, Stein, correspondientes á la parte inferior del sistema. Con las areniscas se presentan las otras dos rocas, según indica la fig. 6.

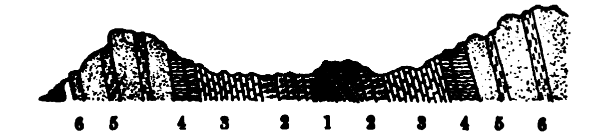


Fig. 6.—Corte del devoniano de La Aliseda.

1, roca diabásica descompuesta, que ocupa unos 12 m. en el fondo del valle; 2, pizarra arcillosa y arcilla abigarrada fosilífera; 3, caliza gris espática y caliza amarillenta y azulada fosilífera; 4, arenisca muy ferruginosa fosilífera; 5, cuarcitas silurianas resquebrajadas y muy tenaces, alternantes con las pizarras arcillosas 6.

Los estratos aparecen verticales ó muy inclinados, simétricamente dispuestos, y su orden sucesivo de aparición fué el inverso del señalado en el corte por su parte derecha. Sobre las cuarcitas yacen las areniscas, á las que siguen las calizas y á éstas las pizarras y arcillas en contacto de la roca eruptiva que salió á luz cuando toda la serie estaba ya fuertemente dislocada.

Continuando á lo largo de estos vallejos devonianos, al N. de Navarredonda é izquierda del camino de La Puebla la composición se simplifica, pues sobre las cuarcitas de color gris claro con grietas rellenas de mineral de hierro, muy resquebrajadas, descansan areniscas arcillo-ferruginosas y calizas silíceas y arcillosas con crinoides y señales de braquiópodos. Estas calizas, hasta en ejemplares de pequeño volumen, son á la vez azuladas, tenaces y compactas en unos puntos; blandas, amarillentas y esponjosas en otros. En los bancos superiores son entre compactas y espáticas de colores claros en la fractura fresca, habiendo influído visiblemente en sus variaciones de textura la diabasa que asoma próxima. Por el lado del E. se apoyan con menor inclinación sobre las cuarcitas; mas por el O. se pliegan con inversión de los estratos.

Acompaña á esa caliza, en lechos de poco espesor, una argilita pizarreña abigarrada, roja y violada, con manchas flor de espliego y verde-amarillentas, celular ó esponjosa, muy ligera, divisible en gruesos fragmentos con lisos irregulares, señalándose en ella muchos moldes de restos orgánicos por una tierra arcillosa amarillenta. La anchura del devoniano en esta parte oscila entre 240 y 400 m., correspondiendo próximamente la mitad á su espesor.

A unos 3 km. de La Aliseda, en el Majal de las Vacas, se reduce á la tercera parte el ancho de esa faja, que consiste casi por completo en caliza compacta y cuarcífera, algún tanto espatizada por los crinoides que contiene; y desde ese paraje hasta el cerro del Caracol sigue el sistema en contacto con el dique de diabasa, limitadas ambas formaciones por las cuarcitas de los vallejos Valdelayegua y Valdeliso, cruzados por el camino de Alburquerque. En el mencionado cerro del Caracol, notable por los yacimientos de fosforita que en él se descubrieron, dominan las calizas algo espáticas, gris-azuladas ó amarillentas, muy grietadas en todos sentidos, intercalándose entre sus fisuras y estratos una arcilla plástica roja relacionada con los nódulos y bolsadas de fosforita que encierra. La caliza se hace muy compacta y silícea en algunos bancos, acusando la acción metamórfica que sufrió á la aparición de dicha substancia mineral y de la

diabasa, y que no borró enteramente las huellas de numerosos fragmentos de crinoides, de algunos braquiópodos y de un trilobite característico, el *Proetus Cuvieri*, Brong.

Rotos y corroídos sus bancos en todos sentidos, es difícil comprender sus caracteres estratigráficos; sin embargo, nos pareció distinguir (1) la inclinación de 40 á 65° NE. al pie del cerro y el buzamiento contrario desde las labores superiores de la mina «Confianza» hasta las crestas de cuarcita inmediatas, en la vertiente septentrional de aquél.

Entre los cerros del Caracol y de la Cabra aflora con reducido ancho la diabasa, entre pizarrillas deleznables, intermedias á las calizas, y cuarcitas verdosas, rojizas ó cenicientas; y en uno de sus bancos de la bajada á la Aliseda, siguiendo el camino de Alburquerque, hay restos de *Bronteus* y de conchas bivalvas.

Continuando al O.NO. la faja devoniana, en la solana de la Plata y en Valdeliso, la arenisca cavernosa, blanquecina ó amarillenta, con manchas rojizas, contiene moldes é impresiones de *Spirifer disjunctus*, Sow., y *Rhynchonella Orbignyi*, Vern. et Barr., prolongándose la formación un poco más al O., al pie del morro de Sayagua, uno de los puntos culminantes de la sierra de San Pedro, y donde remata con un ancho de 60 m. En ese extremo, las areniscas comprendidas entre pizarras silíceas arcillosas, inclinan 60° SO., como en todas partes, apoyadas sobre las areniscas y cuarcitas silurianas.

Inmediatas á la mancha principal de la Aliseda, hay otras mucho menores entre la huerta del Romero y el puerto de Mejía, y en el sitio nombrado las Romas, dependiente del término de Cáceres, en los confines de esta provincia con la de Badajoz, entre Carmonita y Puebla de Obando. Aquí se reduce á una faja de caliza de un km. de largo por 200 m. de ancho máximo, encajada entre pizarras azules y duras, y las cuarcitas tabulares silurianas. Está dividida en dos secciones, y presenta los caracteres que tiene en la Aliseda, notándose

(1) Egozcue y Mallada, *Memoria geológico-minera de la provincia de Cáceres*, pág. 157.

que en su extremo NE. se halla muy resquebrajada por la proximidad de un islote de diabasa.

La caliza de las manchitas de la Aliseda ha sido explotada en corta escala para la fabricación de la cal, y en un país donde esta substancia escasea mucho, es natural sea rebuscada con interés; mas la práctica enseñó que no podía competir con la de Cáceres, que es de superior calidad.

Calerizo de Cáceres.—De dos partes consta la manchita devoniana que, al S. de la capital, es conocida con el nombre de *Calerizo*, situada una á la derecha, y la otra á la izquierda de la carretera de Mérida, unidas por una estrecha lengüeta que desde la fuente del Marco va á parar al horno del Sapillo, junto al camino de Montánchez. La parte oriental, reducida á una estrecha fajita, se apoya en los montecillos de Sierra Fuentes, y la occidental, mucho más extensa, está circunscrita al O. por el granito; en los otros rumbos por los filadios cambrianos, y las cuarcitas silurianas entre Cabeza Rubia y la Corchuela, de donde se desprende entre el granito una fajita de pocos metros de anchura.

La caliza de que se compone esta manchita, de unos 8 km. cuadrados, se destaca en el suelo en pequeños picos triangulares, á modo de filas de topineras, alineados como sus capas al O. 35° N. por término medio, con inclinaciones comprendidas entre 30 y 70° al N.NE.; pero la proximidad del granito causó en ella profundas modificaciones estratigráficas y de composición. Así sucede que en el extremo SO. del Calerizo, donde los criaderos de fosforita fueron más ricos, se tuercen las capas en ángulo recto, cambiando su dirección, comprendida entre el O. y el N., por la que varía entre N. y E., aparte de ligeras inflexiones, que en poco afectan á la disposición general. Según se indica en la figura 7, la separación septentrional de las calizas, 3, con las pizarras, 1, y cuarcitas, 2, debe corresponder á una falla no muy distante de la capital.

Las modificaciones petrológicas que la caliza de Cáceres sufrió al aparecer el granito con su acompañamiento de emanaciones geiserianas, consistieron, principalmente, en impregnarse de cuarzo,

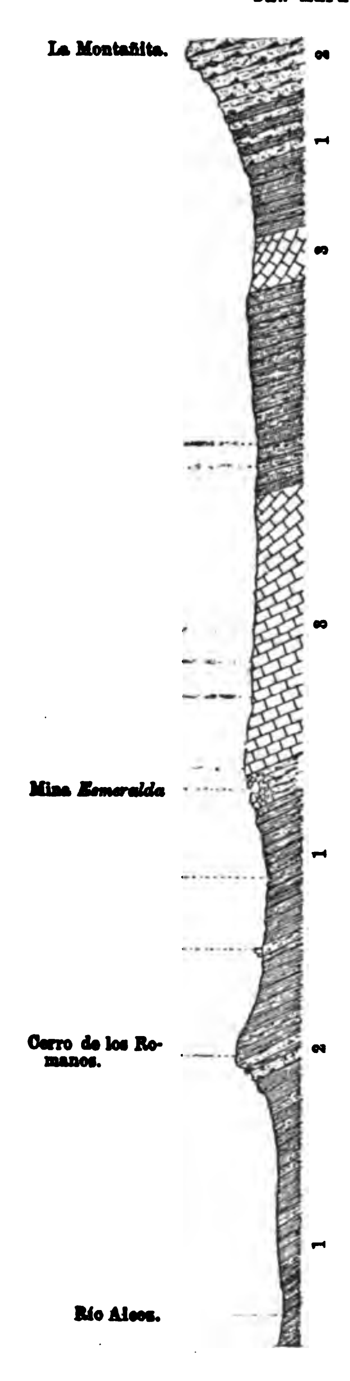


Fig. 7.—Corte á través del Calerizo de Cáceres.

hacerse algo cristalina ó espática, al propio tiempo muy cavernosa y resquebrajada en todos sentidos. En sus oquedades se depositaron en variables proporciones las masas de fosfato calizo, que fué absorbido, como por una esponja, con bastante irregularidad, siempre en la separación de las pizarras y las calizas, sin señales de tal substancia en los bancos intermedios y superiores, y á tal punto llegó la corrosión de la caliza, que huecos hay, como en la cueva de Santa Ana y en la antigua mina *Elvira*, de 50 m. de longitud.

En sus caracteres varían las calizas, que á trechos son magnesianas: su textura es fino-granuda ó espática; su color dominante gris azulado, y con frecuencia los hidróxidos de hierro las tiñen desigualmente de amarillo ó pardo rojizo; en su contacto con las pizarras se hacen tabulares, y están desigualmente impregnadas de arcilla y cuarzo. Abundan las vetas espáticas y las geodas tapizadas de cristales, en general metastásicos, hasta de 3 cm. de largo, y accidentalmente se intercala, entre la blanquecina espática, la caliza fibroso-zonar en fajitas.

Superficialmente, rellenando

sus huecos y grietas, vese impregnada la caliza por una tierra roja arcillo-ferruginosa, idéntica á la de muchos depósitos diluviales, á veces con huesos fósiles.

De 250 á 300 m. es el espesor de las capas devonianas del Calerizo, que desde tiempos antiguos es el principal depósito de donde se obtiene, para el consumo de casi toda la provincia, una cal de inmejorables condiciones por su blancura y pureza.

La sección oriental de esta manchita se prolonga en 6 km. de largo con un ancho de 300 á 500 m. al pie de la serrezuela de la montaña en dirección á Torre-Orgaz, terminando en la fuente de la Loba, copioso manantial de agua gorda y desagradable al paladar, junto á la casa del Aljibe. Por este lado la caliza tiene pequeñas proporciones de cuarzo que no impiden sea utilizada para la fabricación de la cal, y cerca del camino de Torre-Orgaz encierran, aunque raros, algunos tallos de crinoides idénticos á los del cerro del Caracol de La Aliseda.

Calerizos de la sierra de Guadalupe.—Calizas parecidas á las de las manchitas anteriores se ven enclavadas en diferentes puntos de la sierra de Guadalupe. En la bajada al Ibor desde Fresnedoso, sobresalen, en la extensión de un km., unos cerros redondos donde afloran varios bancos de caliza arcillosa veteada, abigarrada, de colores rojizos, violados y amarillentos, con oquedades y costras de caliza concrecionada.

En la superficie de 2 km., con una altura de 50 m., á P. de Peraleda de Ibor, sobre la izquierda del Guadalija, se elevan las lomas nombradas del Romeral, Solana Colorada y Parralejo con gruesos bancos de caliza casi horizontales. La roca es arcillosa, veteada, amarillenta y parduzca, con costras espáticas y hojuelas de talco gris verdoso, y forma esta manchita la prolongación de la que al SE. se desarrolla en los términos de Castañar y Navalvillar. Al O. de Navalvillar sigue por la derecha del Ibor hasta los molinos Hondoneros, donde pasa á la orilla opuesta hasta los alrededores de Abellaneda, con el ancho medio de un km. próximamente. Por esta parte es la caliza magnesiana y cuarcífera, fino-granuda, gris-azulada y rojo-parduzca; en las Peñas Apretadas, sitas entre Castañar y

Navalvillar, se hace muy compacta, y sus bancos se apoyan, con buzamiento N.NE., sobre pizarras azules rodeadas de pizarrillas amarillentas y rosáceas que podían ser también del sistema, envueltas todas por cuarcitas blanquecinas silurianas. Todavía continúa la misma faja con caracteres idénticos hasta 2 km. al E.SE. de Navalvillar, donde remata junto al camino del Hospital del Obispo, con un ancho que apenas llega á 100 m.

Después de una interrupción de 10 km., nuevos vestigios de caliza devoniana se observan á 2 km. al NO. de La Calerilla en tres parajes distintos; y á corta distancia al O. del mismo pueblo reaparecen sus capas con inclinación variable al NE., en un ancho de 400 m., discordantes con las pizarras arcillosas infrayacentes, más desviadas al N. Entre La Calerilla y Alia aparecen pequeños asomos como si fuesen jalones de enlace entre las manchitas anteriores y las de La Puebla de D. Rodrigo (Ciudad Real) y Herrera del Duque (Badajoz).

Con poco más de 100 metros de ancho, á 4 km. al O. de Guadalupe, aparecen crestecillas de caliza semejante á la de Fresnedoso en su aspecto exterior, pero con mayor proporción de granillos cristalinos de cuarzo enclavados en aquélla. Esta manchita se muestra en diferentes parajes en derredor de la ermita de Miravel, alineada con otras que aparecen desde un km. más abajo de Roturas á lo largo del Almonte y al pie de la sierra de Ortihuela, hasta entrar en término de Robledollano, con una longitud de un km. y un ancho comprendido entre 60 y 80 m.

Calerizos de Almaraz.—En un pliegue de las pizarras cambrianas, limitadas al NE. por el granito, cubiertas al S. por el siluriano de la sierra de Miravete, entre el puente de Almaraz, las Casas del Puerto y Robledollano, se aloja otra manchita que no llega á 5 km. de longitud y en pocos sitios pasa de uno de anchura. Más abajo del puente de Almaraz da la vuelta al SO. en dirección á Serrejón, con otras manchitas adyacentes muy pequeñas á P. del mismo Almaraz. Todas ellas se componen de caliza arcillosa y magnesiana rojiza algo cuarcífera, con costras y lechos de pizarra arcilloso-calcárea, gris

verdosa y parduzca, habiendo bancos en que aquélla es cavernosa. A pesar de su composición, dada la escasez de esta substancia en la provincia, se explota algún tanto para la fabricación de la cal.

Badajoz.

Alineadas al NO., encajan discordantes en el siluriano unas fajitas devonianas al N. y SO. de la Codosera, al S. de Alburquerque, en las inmediaciones de Alanje, en Cabeza del Buey, Herrera del Duque, valle de la Serena y en las Rañas de Monterrubio.

En un cerrillo que hay al S. de Garlitos asoma entre cuarcitas parecidas á las silurianas una pizarrilla arcillosa micáfera en que abundan *Spirigerina reticularis, Orthis opercularis, Productus Murchisoni* y otros restos del sistema.

Entre Cabeza del Buey y el Zújar, en la cuesta de Antón, existe otra manchita, constituída por areniscas micáferas, rojizas y grises, tránsito á cuarcitas, que encierran lentejones de caliza espática, inclinados los bancos 64° al E. 29° N., discordantes con las pizarras silurianas que inclinan al N. 15° O. Entre otros varios fósiles recogidos en aquéllas, se citan *Spirifer disjunctus, S. Bouchardi* y *Rhynchonella Orbignyi*.

La manchita de las Rañas de Monterrubio, la mayor de todas las de la provincia, se halla al SO. de las dos anteriores, también sobre la derecha del Zújar, que atraviesa para entrar en la de Córdoba, y está constituida por pizarras y calizas en estratos muy levantados, retorcidos, formando crestas salientes. Las pizarras son verdosas, arcilloso-micáferas y contienen *Spirifer disjunctus, S. histericus, Rhynchonella Orbignyi* y varias especies de *Leptæna, Orthis*, etc.; las calizas son gris-azuladas, de fractura desigual, se alinean al N. 35° O. y encierran *Favosites cervicornis, F. polymorpha, Acervularia Pradoana*, otros varios coralarios, crinoides y algún cefalópodo.

Las tres manchitas que asoman al S. de Herrera del Duque, alineadas al SE. hasta el camino de Garbayuela á Fuenlabrada, difieren

de las anteriores por sus calizas negras, marmóreas, con vetas blancas espáticas. A causa de su tenacidad hay que calcinarlas un poco para desprender de ellas algunos restos fósiles que contienen, entre los cuales es notable el *Cyrtoceras Lujani*, Vern. et Barr., asociado al *Phacops latifrons*, Bronn.; á *Orthoceras*, *Aviculas*, etc.

Es posible sean manchitas devonianas las calizas ferríferas, fosforescentes y cubiertas de un baño de aragonito coraloide, citadas por Luján [1], del extremo N. de la sierra de Magacela, en contacto con el granito de La Haba, la del puerto de Burguillos frente á Alconera y la que se encuentra en la bajada al Guadiana desde Villalta, en el remate por ese lado de los montes de Toledo. También pudiera ser una señal del sistema el *Spirifer* encontrado por dicho Luján en las pizarras de la dehesa de Arzonilla, al E. de Castuera.

En las inmediaciones de Codosera se intercalan entre el siluriano varias fajitas devonianas, omitidas en el Mapa general, prolongación al SE. de las marcadas en la sierra portuguesa de San Mamés, por la cual debe extenderse con mayor amplitud el sistema, compuesto principalmente de pizarras arcillosas y calizas. Contra el granito de Portalegre, por las vertientes orientales de la sierra de su nombre, terminan unas pizarrillas duras, abigarradas, en las que abundan los cubos de pirita intercalados por fallas entre varios cordones de cuarcitas y pizarras silíceas con fucoides del siluriano, muy plegadas y rotas entre el Puerto de la Espada y Gallegos.

Numerosas son las fallas que desgarran los estratos paleozóicos en esta parte fronteriza de las dos naciones peninsulares, como puede observarse siguiendo el itinerario de San Vicente de Alcántara á Portalegre, entre cuyas masas graníticas se repiten varias zonas cambrianas, silurianas y devonianas, según se explica en la figura 8. En el mismo San Vicente, varias capas de pizarras arcillosas, micáceas y chiastolíticas están envueltas en cortos trechos por el granito, 1, que, con numerosos filones de cuarzo blanco le-

(1) *Estudios y observaciones geológicos relativos á Badajoz, Sevilla, etc. Mem. R. Acad. de Ciencias*, tomo I, 2.ª parte, pág. 29.

choso, continúa hasta la Vega del Madroñal, entre la cual y el Puerto del Asiento se doblan repetidas veces, fuertemente inclinadas al E. 25° N., las pizarras gris-verdosas y gris-azuladas blandas cambrianas, 2, incluídas en el siluriano en el Mapa general. En el Puerto del Asiento se levantan los primeros crestones de cuarcitas silurianas, 3, que desde el puerto de Roque se enfilan hasta Alburquerque, con un ancho de unos 300 m., sobreponiéndose á ellas una pizarrilla arcillosa azulada con manchas ocráceas, 4, entre las cuales infructuosamente rebusqué vestigios de la segunda fauna.

Manteniéndose el buzamiento al NE., á un km. más adelante se levanta el segundo cordón de cuarcitas, 3, y entre ambos se repiten

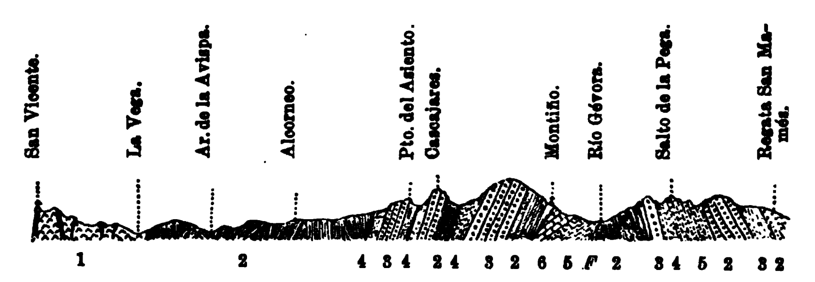


Fig. 8.—Corte de San Vicente de Alcántara á la sierra portuguesa de San Mamés.

las dos fajas de pizarras, 2 y 4, idénticas á las anteriores, rizadas en varias ondulaciones, reapareciendo el tercer cordón de cuarcitas en la sierra de Montiño por la misma frontera, intercalándose areniscas silíceas muy ferruginosas.

El sistema devoniano se descubre en territorio portugués por la bajada de Montiño á la ribera de Gévora, estando representado el sistema por pizarras, 5, y calizas, 6, fuertemente inclinadas al NE., como si el manchón granítico internacional de Portalegre hubiese volcado hacia ese rumbo tan complejo conjunto de rocas paleozóicas. En las pizarras abundan los restos de crinoides mezclados con cubos de pirita que empíricamente pueden servir por estas montañas para distinguirlas de las otras pizarras cambrianas y silurianas, de muy parecidos caracteres petrológicos. Las calizas asoman

en pequeños espacios, pues generalmente se ocultan bajo tierras y cantos cuarzosos.

Coincide con la depresión de la ribera del Gévora una falla, *F*, pasada la cual se reproducen por las cumbres del Salto de la Pega hasta el arroyo de San Mamés las cuarcitas y las pizarras cambrianas, buzando los bancos en sentido contrario y reapareciendo las pizarras azuladas con cubos de pirita.

Más al N. de la línea de ese corte, entre Marvao y Castello de Vide, se desarrollan con mucho mayor espesor las calizas devonianas, dolomíticas, de colores claros en su fractura fresca, embadurnadas de rojo parduzco al exterior por las arcillas ferruginosas que las impregnan como en el Calerizo de Cáceres.

Por el lado opuesto, siguiendo la ribera de Gévora entre 4 y 7 kilómetros al N. de la Codosera, reaparecen las calizas con crinoides y señales de coralarios en una fajita de 200 m. de anchura. Inclinan sus bancos entre 60 y 75° O.SO. y se observan dos variedades: la aznlada, compacta, con señales espáticas y de sonido campanil, y la blanquecina magnesiana, que produce una cal más morena. Las grietas y cavernas que en ellas existen se ven igualmente rellenas de tierras rojas arcillosas. Esta faja devoniana encaja por este lado entre pizarras azuladas y rojizas muy foliáceas, parte de las cuales corresponderán al mismo sistema, asomando las cuarcitas silurianas y los filadios cambrianos infrayacentes en la Codosera. En la cañada del Carril, entre 2 y 3 km. al SE. de este pueblo, asoma otra fajiza de caliza azul pizarreña, que enlaza las anteriormente reseñadas con el islote marcado en el Mapa general al pie de la sierra de la Herradura.

Córdoba.

No queda cortada á poca distancia del Zújar la mancha devoniana de la sierra de Peraleda señalada inexactamente en el Mapa general, sino que continúa por lo menos 45 km. en la provincia de Córdoba; donde tiene el sistema mucha mayor importancia que la que

supuse en mi *Reseña geológica.* Esta prolongación á la vertiente meridional de Sierra Morena tiene próximamente $^1/_2$ km. de anchura; penetra en territorio andaluz por el puerto de la Cinta y la sierra Trapera; la cruza el ferrocarril de Almorchón á Bélmez en el kilómetro 35 al NE. de Valsequillo, por cuyo término y el de Peñarroya continúa, oculta á trechos bajo mantos diluviales. Se extiende con un km. de anchura, alineada al S. 15° E., por los altos llanos de la Paluda y la Tolca; se descubre también al N. de la casa del Cuartanero, en las inmediaciones de los pozos de la Arena y cerca del lagar del Gobierno, á mitad del camino de Bélmez á Hinojosa, desde donde se extiende á Puerto Rubio. A partir de este punto prosigue por los montes del Zanzón y el Manchego á la huerta del Sordo y barranco de los Lagarejos, al kilómetro 60 de la carretera de Espiel á Almadén, al barranco de la Calera, cerro de las Trébedes y al pie de la Chimorra hasta el término de Obejo, por el cual en vano he buscado su remate meridional. Al S. de la venta de los Jarales las rocas devonianas se reducen á tan poca anchura que parece anunciarse su conclusión.

En el cerro de los Peñones y el castillejo de Viñón, al NE. de Espiel, cerca de la unión del Guadalmatilla con el arroyo de la Calera, hay una fajita de caliza devoniana fosilífera aneja á la anterior.

Calizas compactas veteadas, algo magnesianas y silíceas, azuladas, son las que asoman en corto trecho al S. del Puerto de la Cinta. Se apoyan sobre cuarcitas silurianas y se ven en ella muchas concreciones ovales y vestigios de crinoides representados por hoyuelos elípticos y circulares, en cuyo centro se marca una columnilla á modo de estilete. Más al S.SE., por ambos lados del kilómetro 35 del ferrocarril de Almorchón, las calizas se presentan más puras, alternando con otras arcillosas muy fosilíferas, con la cayuela verde lustrosa igual á la del devoniano de León y Asturias, y con una arenisca basta de grano grueso muy parecida á la de Almadén, también rojiza y con moldes de braquiópodos.

Entre Hinojosa y Bélmez, por los llanos de la Patuda y de la Tolea, predomina la caliza azulada pura con vetas blancas, y la ar-

cillo-sabulosa micáfera, con *Atripa reticularis; Spirifer subspeciosus*, Vern.; *S. Cabedanus*, Vern.; *Retzia; Orthis opercularis*, Sow.; *Alveolites vermicularis*, M. Coy; *A. suborbicularis*, Lam.; *Favosites cervicornis*, Blain., y numerosos artejos de diversos crinoides, principalmente en el caserío de Barea, donde las capas se arrumban verticales al N. 20° O.

Desde dicho paraje á la Alcornocosa se oculta el sistema bajo mantos diluviales; pero reaparecen en este último punto las calizas con abundantes restos de coralarios, crinoides y braquiópodos, asociadas á arcillas con nódulos pequeños de hematites parda. Los bancos asoman torcidos al NE. con 60° de inclinación NO.; pero vuelven á normalizarse en su alineación al N. 25° O. por las Mesas de Puerto Rubio, junto al camino de Bélmez á Villanueva del Duque. En ese paraje las calizas compactas veteadas de crinoides, y las arcillosas con braquiópodos y coralarios, se apoyan sobre las pizarras arcillo-ferruginosas y cuarcitas silurianas. Con aquéllas se asocian grauwackas pizarreñas, areniscas cuarzosas muy duras, con *Rhynchonella Orbignyi*, y cayuelas con *Spirifer subspeciosus*, Vern., y *S. Cabedanus*, Vern. Entre el cerro Manchego y los Riscos de la Calera es donde más claramente se marca la discordancia estratigráfica de los filadios blandos cambrianos y las capas devonianas que inclinan 80° E.NE.

Otras tres manchitas devonianas hay registradas en esta provincia desde hace larga fecha. La primera se halla en los confines de Belalcázar con Cabeza del Buey (Badajoz). Sobre las cuarcitas y pizarras del Rinconcillo, á la izquierda del Zújar, se apoyan algunos bancos aislados de arenisca cuarzosa amarillenta con manchas ocráceas, análoga á la de algunos parajes de las cercanías de Almadén, conteniendo ejemplares de *Dalmanites substellifer*, Vern.; *Rhynchonella Mariana*, Vern., y de una *Graminsya*.

La segunda manchita existe en la subida del Guadiato á Navacaballos, entre Espiel y Villaviciosa; cubre una porción del estrato-cristalino, y se compone de pizarras arcillosas y arcillo-carbonosas, cuyos estratos forman una comba cóncava y ondulada, últimos y más

meridionales restos de los depósitos devonianos que en otro tiempo ocuparon mayores extensiones en esta parte de España, aunque de reducidos espesores, para desaparecer en su casi totalidad por la denudación tan largos siglos mantenida. En esas pizarras hallamos fragmentos de *Proetus Cuvieri*, Brong.; *Pleurodictyum problematicum*, Gold.; *Harpes*, *Rhynchonella*, *Leptæna* y *Cyatocrinus*, suficientes para relacionar esta manchita con las de Almadén y Extremadura.

Por fin, á 3 km. de Santa Eufemia é izquierda del arroyo Cigüeñuela, encaja entre pizarras y cuarcitas silurianas una faja de caliza con zoófitos y crinoides, cuya longitud es de 300 m., su ancho de 50 y su espesor de 30. Sus bancos se dirigen E. á O.; la roca es compacta, algo pizarreña, veteada, gris azulada, parecida á la de la Aliseda y de Cáceres, y tuvo en 1877 un poco de importancia industrial por haberse descubierto en ella un pequeño yacimiento de fosforita que rápidamente fué agotado. Toda la manchita desaparecerá igualmente, andando el tiempo, pues no existiendo otro depósito calizo en varias leguas á la redonda, es indispensable su arranque para las obras que van ocurriendo en ese rincón de Andalucía y en parte de los Pedroches.

En las Cumbres de Santa Eufemia se muestran algunas capas de arenisca pardo-rojiza ferruginosa, parecida á la de Almadén, con moldes de *Rhynchonella Mariana*.

Baleares.

El único sistema paleozóico que en Baleares se ha comprobado hasta la fecha, es el devoniano, si bien Hermite sospecha la presencia del siluriano superior en la Mola de Mahón, cerca de la cual hubo en tiempos antiguos una cantera de calizas negras, muy estimadas para la construcción de sepulturas. En las calles de Mahón se han visto losas con señales de *Orthoceras*, las cuales procedían de un cementerio construído por los ingleses en Villacarlos.

Ocupan la sexta parte de la superficie total de la isla, ó sean 130

km. cuadrados, tres manchitas que asoman en la mitad septentrional de Menorca, entre el trías, el mioceno y la costa, según vamos á detallar, correspondientes al devoniano. La más oriental se extiende desde Mahón al cabo Felanitx, limitada al O. por el trías y al S. por la meseta miocena que sustenta el fuerte San Felipe; la central, que es la mayor, rodeada de fajitas triásicas por el E. y O., viene á formar un triángulo cuyo vértice se halla al S. de Mercadal, y cuya base, entre Son Hermita y Fornells, se extiende á lo largo de la costa; y por fin, al O. aparece también rodeada por el trías la tercera manchita entre el monte Santa Agueda y la playa de Algairent.

La composición general de estas manchas es idéntica. Escasean las calizas, que son negruzcas, con venas blancas espáticas, y abundan las pizarras negruzcas y hojosas, de diversas consistencias, y las areniscas micáferas, amarillentas ó verdosas, repetidas veces alternantes. Estas rocas, en la mancha central, ofrecen por L. una sobreposición normal, mientras que al O., á consecuencia de una falla, aparecen enclavadas en medio del trías y forman un conjunto que no estimó en menos de 1.000 metros de espesor el geólogo Hermite [1]. Las areniscas muy semejantes á las samitas feldespáticas, muestran al microscopio que están formadas de granillos de cuarzo, ortosa, oligoclasa, mica negra, mica blanca y turmalina, unidos por un cimento calcedonioso.

Uno de los itinerarios en que más claramente se ven los caracteres que el sistema presenta en esta isla, es el de Terra Rotje á Mercadal, hacia cuyo último punto inclinan, ó sea hacia el SE., según se indica en la figura 9.

A la izquierda del camino viejo de Ciudadela á Mahón, junto á la alquería de Terra Rotje, hay una colina constituída en la base por arenisca roja triásica, 2, á consecuencia de una falla, en virtud de la cual asoman en aquélla las pizarras y las areniscas micáferas pardoamarillentas, 1, con un vegetal fósil, el *Archæocalamites Renaulti*, Herm. Alternan con ellas unas calizas negras veteadas, *a*, poco in-

(1) *Etudes géologiques des Iles Baleares*, pág. 36.

clinadas; en la cumbre de la colina miden un espesor de 50 m. las pizarras terrosas, *b*, y al descender por la vertiente opuesta, se sobreponen las areniscas azuladas micáferas y las pizarras compactas, *c*. A causa de su inclinación al SE., asoman después, á un nivel más elevado, las areniscas amarillentas y pizarras con nódulos ferruginosos, á las que siguen alternantes otras pizarras azul-verdosas y otras areniscas micáferas también amarillentas, *d*, sobre cuyos bancos yacen unas tanitas ó areniscas finas muy silíceas, *e*, divididas en lechos delgados, las cuales constituyen un excelente horizonte por su proximidad á las capas fosilíferas y por sus caracteres fáciles de reconocer. Examinadas al microscopio, se las ve constituídas por granos de cuarzo englobados en una pasta calcedoniosa.

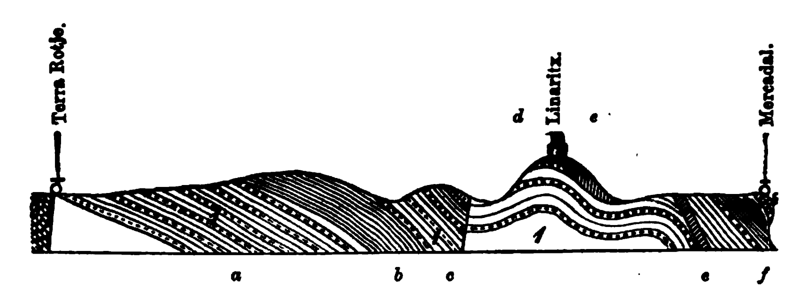


Fig. 9.—Corte de Terra Rotje á Mercadal, según Hermite.

Tales tanitas, acompañadas de calizas blanquecinas, asoman en la colina de la alquería de Llinaritx Nau también sobre las rocas antes citadas, que reaparecen á consecuencia de una falla, y á causa de repetidos pliegues, las mismas capas vuelven á verse en el kilómetro 22 de dicho camino, con lechos silíceos diversamente coloreados. A otros 500 m. más adelante hay una cantera abierta en dichas calizas, y á partir de ella, sólo se descubren pequeñas zonas de areniscas y pizarras bastas, *f*, sobre las cuales se apoyan las areniscas triásicas, 2, á las puertas de Mercadal.

Los citados lechos silíceos se observan hacia el S., cerca de la playa miocena, junto á la masía de Binifaillo, donde inclinan al SE., reapareciendo tres veces, á causa de accidentes locales. Por bajo se ven

las areniscas amarillentas con varias señales de un *orthoceras* pequeño. Siguiendo estos bancos, se llega en Rafal Rotje al principal yacimiento fosilífero de la isla, sito en un vallejo donde, superiores á ellos, asoman las pizarras y las areniscas con riñones negruzcos de caliza, los cuales encierran gran número de coralarios y braquiópodos. Al otro lado de la alquería, hacia Mercadal, una falla hace reaparecer los lechos silíceos tan característicos, cuya presencia se nota al N. de Rafal Rotje, bajo el Talayot de Santa Rita, acompañados de las pizarras sabulosas, en las cuales Hermite encontró las siguientes especies, entre otras indeterminadas, en su gran mayoría de coralarios: *Favosites fibrosa*, Lonsd.; *F. cervicornis*, Blain.; * *Heliolites porosa*, Edw. et H.; * *Acervularia Troschelli*, Edw. et H.; * *Pachyphyllum Bouchardi*, Edw. et. H.; * *Terebratula Baconnierensis*, Oelh.; *Spirigera concentrica*, Buch.; * *Spirifer euryglosus*, Schnur.; *S. disjunctus*, Sow., var. *protensus*, Phill.; * *Atrypa desquamata*, Sow.; *A. reticularis*, Dalm. (el tipo y las var. *tenuicostata* y *crassicosta)*; * *Rhynchonella acuminata*, Mont.; * *Orthis canaliculata*, Schn.; *O. Dumontiana*, Vern.; *Leptœna Dutertrei*, Vern. et Keis.; * *Productus Chalmasi*, Herm.; * *P. Haimei*, Herm.; * *Platysoma Heberti*, Herm.; * *Goniatites sagittarius*, Arch. et Vern.; * *G. retrorsus*, Buch. (var. *amblyglobus)*, y un *Phacops* parecido al *Ph. latifrons*, Bronn.

Las especies señaladas con un asterisco son nuevas ó citadas por primera vez en España; y entre todas, inducen á Hermite á señalar como de la parte media del sistema el devoniano de Menorca, circunstancia digna de atención, por corresponder á niveles inferiores las manchitas que asoman en la mitad oriental de la Península.

También se encuentran fósiles en la parte inferior de la colina hacia Mercadal, donde se sobreponen á las pizarras unas calizas blanquecinas, llenas de artejos de crinoides, sobre los cuales se apoyan los lechos de tanita, que continúan de Mercadal á Ferrerías, viéndose fragmentos de esta roca y de las calizas cerca de la alquería de Binisarraya.

Aunque peor conservados y más escasos, también hay fósiles devonianos en Ferragut Nau y en la parte baja de la colina de Ferragut

Vei, cuya parte superior está formada por dicha tanita, sobrepuesta al yacimiento de los riñones calizos fosilíferos, diseminados en areniscas y pizarras arcillosas amarillentas. Las areniscas con partículas de mica negra muestran al microscopio filoncillos de cuarzo, con un mineral pardo obscuro, rugoso y de intensa birrefringencia. En el fondo del golfo de Tirant, entre Ferragut y Fornells, las fallas hacen asomar tres veces á dicha ftanita, pero sin los bancos fosilíferos. Hecha abstracción de las fallas secundarias, se ve que el horizonte fosilífero forma parte de un sistema de capas inclinadas con bastante regularidad al E.

Asoman también las areniscas y pizarras entre Mahón y Mercadal, pasado el km. 17, antes de llegar al monte Toro. Las areniscas son á veces muy arcillosas, pardas, grises y de color de heces de vino, pizarreñas y tan impregnadas de carbonato de cal, que en ciertos puntos constituyen una caliza compacta, teñida de negro por materia orgánica. En el km. 18, antes de llegar á la alquería de San Carlos, alternan con las pizarras verdosas hasta 20 lechos de arenisca gris, con pocos centímetros de espesor y poco inclinados; pero á la derecha de ese punto, en lo alto del cerro, se levantan hasta la vertical; y en las excavaciones inmediatas á Mercadal se descubren hiladas análogas, que terminan por falla en las areniscas triásicas de la población. El torrente que atraviesa por esta villa corta las pizarras devonianas, apareciendo después, en el camino que sigue á Ferrerías, las areniscas triásicas, 2, según se dibuja en la figura 10, apoyadas sobre pizarras terrosas, azuladas y verdosas, 1, con algunos lechos de arenisca, sumando un espesor de unos 100 m., que también se observan en el primer desmonte del camino nuevo de Ciudadela. Las calizas, 3, del trías medio, se sobreponen á las areniscas al E. de San Carlos.

Antes de llegar al puente se ven restos de plantas en las areniscas micáferas; vestigios parecidos hay en las pizarras inmediatas, que 250 m. más adelante inclinan al E. hasta cortar la falla de Rafal Rotje, tocando á la cual existe el nivel fosilífero ya citado. Por bajo de este nivel en un desmonte de 25 metros de altura, se descubren

las areniscas micáferas grises y negruzcas y las pizarras negras inclinadas al SE., encontrándose en ambas clases de rocas impresiones mal conservadas del *Archæocalamites Renaulti*, Herm., que también abundan cerca de la alquería de Santa Rita.

En el mismo orden alternan las areniscas y las pizarras del kilómetro 13 del camino de Fornells á San Cristóbal, cubiertas por el mioceno en unos sitios, separadas del trías por una falla en otros, muy inclinadas al SE. cerca de Alayor y en una ancha faja entre San Juan y San Carlos.

Al O. de la cala Barril se intercalan entre ellas lechos de una caliza negra, veteada y fétida, continuando las mismas capas á cala

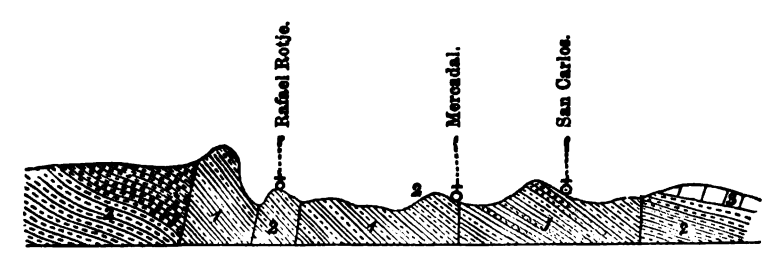


Fig. 10.—Corte de Ferrerías á San Carlos, según Hermite.

Calderer y Son Hermita. Al NE. del monte Santa Agueda cruza la falla de Terra Rotje, por la cual el trías queda en la parte baja de las colinas y las rocas devonianas en sus cumbres, cuyas capas inclinan al SE. entre Son Antoní y Runa y en Coloritx.

Si se pasa de la mancha central á la occidental, se ve un pequeño asomo devoniano á 300 m. de la masía Son Pons, siguiendo el camino de Ferrerías á Algairent, desarrollándose más el sistema al otro lado del camino de Ciudadela y cerca de Binisoness, en cuyas samitas feldespáticas algo carbonosas hay señales de vegetales, intercalándose entre sus capas lechos de la citada caliza negruzca, que contiene, muy mal conservados, unos restos parecidos á *Goniatites* ó á *Eumphalus*. Junto al camino esas capas están casi verticales; inclinan luego al NO.; junto á Binisoness se ofrecen muy dislocadas, así como hacia Alcarria Blanca, indicándose por su posición un nivel

superior al de Santa Rita, acaso representante del devoniano superior ó del carbonífero, cuyos estratos en la última localidad se ofrecen como indica el corte, figura 11, donde el sistema se desgaja en tres secciones, 1, en parte cubierto por el trías inferior, 2.

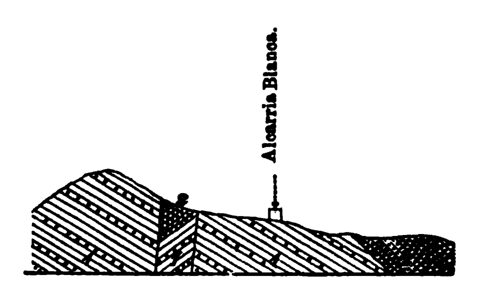


Fig. 11.—Corte por Alcarria Blanca, según Hermite.

En la sección de los lechos se descubren conductos sinuosos rellenos, debidos á anélidos, en opinión de Hermite. Riñones de hematites parda y amarillenta de textura concéntrica encierran las pizarras y areniscas con vegetales entre Alcarria Blanca y Furi de Baix, cuyas capas se prolongan á la alquería de Santa Bárbara y á los alrededores de La Modayna, donde inclinan al E.

Pasando á la comarca oriental, si se marcha del lazareto de Mahón hacia L., se suceden las capas por el orden siguiente: 1, areniscas micáferas verdosas y azuladas con algunas fajas de pizarra inclinadas cerca del mar 70° SE., blandas y amarillentas en la parte superior, intercalándose un banco de 50 cm. de arenisca basta, compuesta de granos de cuarzo blanco; 2, pizarras blandas azules, amarillas y gris-verdosas, con vestigios de anélidos; 3, areniscas verdosas con pizarras alternantes. A este conjunto señaló Hermite un espesor de 500 m., advirtiendo que las pizarras se hacen en sitios muy sabulosas y se transforman en areniscas.

Entre los baños de Mahón, cerca del arsenal y playa oriental, alternan repetidas veces las areniscas verdosas y las pizarras negruzcas y azuladas, hallándose entre las pizarras superiores restos de *Archæocalamites Renaulti*, Herm.; *Sphenophyllum Maresi*, Herm.;

huellas de anélidos y unos cuerpos problemáticos á que Hermite dió el nombre de *Minorica*, y que también se ven por bajo de la masía de San Isidoro, donde se intercala un banco de caliza negruzca compacta de 2 á 3 m. de espesor. Más al N., hacia la alquería de Montgofre Nau, predominan las areniscas verdosas con guijas é impresiones vegetales; pero siguiendo la pendiente de las capas, abundan más las pizarras con 45° de inclinación S., y sumando unas y otras cosa de 1000 m. de espesor nada menos, en opinión del citado geólogo.

Falta todavía descifrar la parte que correspondería al Culm en estas manchas incluídas enteramente en el devoniano en el Mapa general, siguiendo los estudios de Hermite.

ARTÍCULO V

MINERALES

Criaderos de hierro.—No es este sistema tan rico ni variado en minerales como los demás paleozóicos, y los únicos de verdadero interés industrial son los de hierro, cuya principal importancia radica en la región NO. Tanto en Asturias como en la provincia de León abundan, especialmente en las areniscas rojas, casi todas formadas de granos de cuarzo con hidróxidos de este metal, algo de alúmina y trazas de magnesia, y si bien varias de aquéllas pasan del 36 por 100 de hierro, con más frecuencia apenas llegan al 10. Minerales más puros se encierran en las calizas; pero casi todos los del sistema contienen además ciertas proporciones de fósforo, que ha sido hasta hace poco un obstáculo insuperable para su explotación.

Criaderos asturianos.—En varios niveles del devoniano de Asturias se intercalan entre las calizas y las pizarras varias capas de arenisca tan ferruginosas, que son susceptibles de lucrativas explotaciones; y así se ven en la parte inferior del sistema hacia Furada, en el devoniano medio de Candás y en el superior de Cué. La principal zona ferrífera mide espesores comprendidos entre 2 y 5 m., y es de

apariencia oolítica, según se ve en Telledo. Muchos de los criaderos fueron examinados hace medio siglo por Paillette (1), habiéndose explorado después por muchos geólogos é ingenieros. Su calidad suele ser algo inferior; se intercalan en bancos generalmente de 1 á 6 m. de espesor entre areniscas y pizarrillas arcillosas acomodadas á las diversas inflexiones de los estratos, y en varios puntos, como en Quirós, forman los bordes de la arenisca carbonífera. Los principales puntos de explotación han sido hasta la fecha Quirós, donde hay excelentes criaderos; Castañedo, de donde se sacó mucho mineral para la fábrica de Trubia; Llumeres, á orillas del mar, donde la fábrica de La Felguera suele extraer unas 30000 toneladas anuales, y la sierra del Naranco, que da á la fábrica de Mieres para sus mezclas un mineral algo inferior, pero sumamente barato.

Hasta dentro de la misma capa cada criadero presenta variaciones en su composición; el rendimiento de los minerales que se explotan varía del 40 al 50 por 100, y en su composición entra la sílice como principal elemento estéril, hasta el punto que en los del Naranco llega al 35 por 100 y aun pasa del 40 en otros puntos. Los de Quirós y Llumeres son menos silíceos, pero no bajan del 12, y los últimos se caracterizan por su color rojo y violáceo, untuosos al tacto, formados de granos con fragmentos arcillosos, cimentados por una pasta más rica y coherente. Por su abundancia en alúmina y silicatos de hierro son bastante fusibles.

La principal zona ferrífera se extiende desde el puerto de Ventana hasta la ensenada de Llaneces, compuesta de siete capas, una de ellas de mineral rico, y las otras seis menos potentes y más silíceas. La primera mide un ancho de 8 á 12 m. en una longitud de 400, inclinando 65° O. entre las montañas de Cañal y Mingoyo, junto á la cuenca carbonífera, y después de una estrechez vuelve á ensanchar en Castañedo. El espesor de las otras varía de 60 cm. á 2 m. Reduciendo á la mitad de su potencia estas capas, reconocidas en más de 5 km., no apreciando más altura que la correspondiente al nivel

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 2.ª serie, tomo VI, pág. 586.

de las actuales explotaciones, el Sr. Adaro estima en 25 millones de toneladas la riqueza de estos criaderos [1].

Los minerales más ricos son rojos, de brillo metaloide, untuosos al tacto, blandos y porosos, por lo común de textura pizarreña, á veces lamelar, de placas delgadas y caras lustrosas; con frecuencia de grano grueso, formando masas amigdaloideas con cemento más rico. En estos granos se perciben la clorita, la chamoisita y la sanguina, dominando la primera en las pizarrillas verdosas y amarillentas que sirven de caja á los criaderos. Los minerales más pobres son más arenáceos ó más cuarzosos, más duros, más secos, menos porosos y mucho más refractarios.

Según ocho ensayos efectuados hace tiempo, las proporciones de elementos que entran en estos minerales varían entre los límites siguientes: Oxido férrico, de 68 á 79,54. Sílice, de 14 á 24,30. Alúmina, de 1 á 8,25. La cal llega en algunas muestras al 2,50; pero en otras no existe. De manganeso hay 0,80 á lo sumo; el fósforo varía entre 0 y 0,48; el azufre llega á 0,60 en la que más, y el hierro metálico oscila entre 47,60 y 55,68.

En el concejo de Teverga, tanto por la parte del E. en Traspeña y Sobia, como al O. en Urria y Taja, existen importantes criaderos de hematites que dió excelente resultado en la fábrica de Quirós; en el Alto de la Brueva, extremo N. de la sierra Bejega, fué objeto de grandes explotaciones un mineral rico de que todavía existen señales, y á 16 km. al S. de la Pola de Lena encajan los de Telledo entre dos fajas de cuarcitas, acompañados en la Campona y en Foz de caliza fosilífera, variando su potencia entre 2 y 5 m. Un banco de oligisto oolítico de 5 á 10 m. de espesor se intercala entre las capas del devoniano medio de las cercanías de Candás. En las calizas de los Veneros, cerca de Villa (Langreo), existen también alineadas N. á S. varias masas de oligisto muy silíceo, mezclado con hematites radiada manganesífera, espato de cal y hierro espático.

Entre otras areniscas tan ferruginosas que llegan á ser mesas de

(1) *Rev. Min.*, serie C, pág. 285.

hierro, citaremos las del Naranco de Oisedo, en gran parte explotadas, y las del puente de Veriña, al pie de la sierra de Torres.

En el adjunto cuadro se incluye la composición de varias muestras ensayadas en diversas épocas:

ELEMENTOS	1	2	3	4	5	6
Oxido férrico............	70,53	72,83	35,74	61,18	69,92	76,97
Oxido de manganeso.......	0,11	»	señales.	11,68	14,48	0,80
Alúmina................	1,58	7,38	»	0,60	2,10	2,10
Cal....................	2,26	2,00	»	»	trazas.	
Magnesia................	1,66	0,30	3,68	7,16	trazas.	
Acido fosfórico...........	1,52	1,09	»	»	»	0,48
Sílice..................	20,84	14,30	56,50	0,80	14,40	14,00
Pérdidas y agua..........	1,66	2,00	3,56	9,37	2,10	2,86

El núm. 1 procede de Castañedo del Monte, cuyos minerales alimentaron mucho tiempo los hornos de Trubia; el 2 de Llumeres, según ensayos de la Felguera; el 3 de Telledo, analizado por Paillette y Bezard; los 4 y 5 de Las Brañotas, ensayados por los mismos.

Otro grupo de ensayos es el siguiente:

ELEMENTOS	1	2	3	4	5	6
Oxido férrico..............	76,97	76,33	72,30	72,00	68,46	67,50
Oxido de manganeso........	0,80	»	»	»	»	»
Alúmina, cal y magnesia....	2,12	5,00	2,48	4,80	2,00	6,00
Fósforo..................	0,48	0,16	0,16	0,10	0,10	8,15
Azufre..................	0,70	»	»	0,10	0,06	»
Sílice..................	14,00	16,30	6,00	10,00	14,75	24,15
Pérdida por calcinación......	2,86	2,30	8,44	11,20	14,40	2,20

El núm. 1 es el promedio de dos muestras de Quirós; el 2 procede de Llumeres; el 3 de Fresnedo; el 4 de Llanera; el 5 de Piquete; el 6 de Avilés.

En el siguiente cuadro, tomado del trabajo del Sr. Adaro, *Elemen-*

tos para la siderurgia en Asturias [1], se incluye la composición de otros varios minerales de hierro:

LOCALIDADES	Oxido de hierro.	Sílice.	Cal y alúmina.	Agua y ácido carbónico.	Manganeso.	Fósforo.	Azufre.
Lorio...............	96,00	2,30	0,50	0,80	0,35	»	0,10
Grandota...........	69,40	3,80	19,80	6,50	trazas.	»	0,26
Bayo...............	85,00	2,45	7,60	5,05	id.	»	trazas.
San Pedro..........	75,88	4,88	12,48	5,95	id.	0,28	0,12
San Paulino.........	66,00	5,20	18,20	10,00	id.	0,08	0,18
Brañes.............	67,90	5,00	23,12	3,50	id.	0,24	0,12
Llanera.............	71,50	4,50	13,35	10,25	0,60	»	»

Criaderos de la provincia de León.—«La masa de hierro esparcida por las montañas de León, decía Prado en 1850 [2], es verdaderamente prodigiosa, pues las areniscas devonianas están impregnadas en proporciones que varían del 20 al 40 por 100 en espesores de 15 á 40 metros, extendiéndose en varias leguas.» Conservan su textura arenácea, generalmente de grano fino, y algunas son amigdaloides, precisamente las más estimadas para las fundiciones.

La caliza devoniana contiene también bancos que, si bien más pobres en hierro, sirven de excelente castina; y así son las del S. de Sabero, las de Aleje, Colle, Grandoso, Llama, etc. En la antigua mina *Salud*, sita al N. de Saelices, las areniscas pizarreñas tienen hasta 50 por 100 de hierro y forman un banco irregular.

A 24 km. N.NO. de la cuenca de la Magdalena, en término de Villafeliz, entre una capa de caliza y otra de arenisca inclinadas al N., se intercala en grande extensión una masa de hematites roja compacta que en muchos puntos mide 12 m. de espesor y que por su excelente calidad habrá de ser objeto de importantes explotaciones.

(1) *Gaceta Industrial*, tomo XXI, pág. 341.

(2) *Note géologique sur les terrains de Sabero. Bull. Soc. géol. de France*, 2.ª serie, tomo VII, pág. 150.

En Pobladura de la Tercia, á 8 km. de la estación de Villamanín, hay otra de óxido férrico arcilloso, entre una arenisca deleznable que se tuerce de la alineación E. á O. á la NO. Otra arenisca muy impregnada de granos de hematites roja, inclinada 60° N. 29° E., con espesores que en sitios llegan á 13 m., se explotó para la fábrica de Mieres á un km. de la estación de Villamanín, así como otro criadero, parecido y paralelo al anterior, de 7 m., situado en la boca S. del túnel del Tuero en término de Villasimpliz. El mineral de Villamanín acusa al ensayo 60,80 por 100 de óxido férrico, 28,40 de sílice, 7 de alúmina, cal y magnesia, 0,72 de fósforo, 0,18 de azufre y 2,50 de pérdida por calcinación.

Otras areniscas devonianas, tan impregnadas de óxidos de hierro que se consideran como menas beneficiables, son las de Corniero, que tienen hasta el 40 por 100; las que atraviesan el Esla junto á Alejico, que en sitios miden 40 m. de ancho y se relacionan con una masa de anfibolita inmediata; las que miden hasta 60 en el arroyo de Vozmediano antes de llegar á Colle, penetradas de una roca verde y rosácea, feldespática y anfibólica.

La dependencia de estos asomos hipogénicos con los criaderos de hierro, es evidente; y aunque casi es ocioso repetirlo, adviértase que cuando el óxido férrico sólo tiñe la arenisca ó la caliza, no se puede deducir que es contemporáneo del depósito, ó que procede de manantiales ferruginosos, pues si junto á los minerales de hierro se ven calizas, areniscas ó arcillas rojas, se debe suponer que el hierro proviene de una misma fuente. Si la parte ferruginosa fuese dependiente del depósito primitivo, el hierro no estaría tan desigualmente repartido.

Criaderos de otras provincias.—Más ó menos ferruginosas, son parecidas á las de León y Asturias las devonianas del resto de España, tales como las de Ventanilla (Palencia), las del barranco Cibiondo y de la casa de Urquiga en el Baztán junto á los Alduides (Navarra), etc.

Con espesores que á veces llegan á medio metro, cortan al devoniano de Henarejos (Cuenca) varios filones de hierro carbonatado,

con manchas de pirita cobriza y de galena, alineados al NE., y cerca de ellos, en el cerro de las Tinadas, hay tres capas de arenisca ferruginosa, una de más de metro y medio de espesor, que pasan á hematites casi pura. Poco más al N., en el Frontón del Cerro, encaja una masa lenticular de hierro carbonatado espático, con un espesor variable de 60 á 80 cm.

CRIADEROS DE FOSFORITA

Los dos principales depósitos de caliza devoniana de la provincia de Cáceres presentaron importantes criaderos de fosforita, que descubiertos desde 1864 á 1870, fueron en gran parte explotados hasta estos últimos años, limitándome aquí á trasladar los datos más salientes de nuestra Memoria [1].

Criaderos de Cáceres.—Siguiendo la línea de separación de las calizas y las pizarras por el S., SO. y O. del Calerizo entre Cabeza Rubia y el cerro del Viso, por la Corchuela y Valdealcoz, forma bolsadas y rellena grietas en las primeras una zona fosfatada de 7 km. de largo con un ancho variable de 100 á 200 m., sumando un total de 165 hectáreas. Los criaderos del extremo N. de la faja al O. de Cabeza Rubia son de escaso interés, pues predomina con exceso el cuarzo sobre el fosfato. Más al S. las antiguas minas *Abundancia, San Eugenio, San Salvador* y *Esmeralda* fueron las de mayor riqueza, pues en las situadas en el otro extremo sólo ofrecieron bolsadas pequeñas ó vetillas insignificantes entre la caliza pizarreña.

La *Abundancia*, justificando su nombre, encerraba grandes bolsadas de que se extrajo fosforita cuya riqueza media fué de 64 por 100, en general térreo-palmeada, compacta y terrosa, casi siempre cuarcífera en cortos trechos, de brillo entre sedoso y anacarado con cristales, aunque raros, de apatita blanca, violada y gris-verdosa.

(1) Egozcue y Mallada, *Memoria geológico-minera de la provincia de Cáceres*; Madrid, 1876.

Aparte de varias vetas entrecruzadas y diagonales que por yacente y pendiente se derivan de las bolsadas, algunas de más de 4 m. de grueso, corta las calizas un filón de cuarzo con fosforita y apatita, fuertemente inclinado al SE., de un m. de espesor en varios sitios. Algunas muestras contuvieron nódulos de galena.

En la *San Eugenio* el criadero principal se dividió en varios brazos con nudos ó bolsones de fosfato de 8 m. de espesor; pero en el extremo N. aquél se redujo á 2, y en el opuesto se extinguió entre las pizarras. La fosforita, siempre mezclada con cuarzo y caliza, ya compactos, ya en cristales, era terrosa, deleznable y blanquecina.

Entre 3 y 9 m. variaron en algunos sitios los espesores de las bolsadas de la mina *San Salvador,* cuyo mineral, blanco como la nieve y desmoronadizo, era terroso en parte, térreo-palmeado y casi cristalino á trechos, con frecuencia en concreciones cilíndricas alargadas, brechoide, cavernoso ó dendroide, por la intercalación de la caliza espática ferruginosa que con un poco de cuarzo hicieron bajar la ley media al 60 por 100. De tales bolsadas y otras más pequeñas se derivaban igualmente vetillas, riñones y nódulos entre la caliza.

Hasta 10 m. de ancho, 16 de largo y 12 de alto, media la principal bolsada de la *Esmeralda,* cuya fosforita, en general terrosa y rojizo-amarillenta, se mezclaba con la térreo-palmeada, la cavernosa, la concrecionada y la cristalino-perlada, con cristales de apatita blanca, violada y verdosa. En sitios la acompañaron pequeñas cantidades de pirita de hierro y carbonato de cobre.

Tocante á su composición, se observaron notables diferencias en las fosforitas del Calerizo, según puede verse en el cuadro adjunto:

	Perla.	Esmeralda.	San Salvador.
Fosfato cálcico-tribásico........	87,211	86,691	74,401
Fluoruro cálcico...............	8.000	6,524	3,079
Carbonato cálcico..............	1,159	»	20,454
Sílice.........................	2,000	5,800	1,100
Óxido férrico..................	0,840	0,620	0,500

Completan su composición pequeñas cantidades de agua higroscópica, con indicios de sulfato cálcico, peróxido de manganeso y alúmina. Los ensayos de otras muestras acusaron las siguientes proporciones de fosfato cálcico: *San Salvador*, 67,47; *Esmeralda*, 77,060; *Abundancia*, 62,593; *Las Camelias*, 55,688. Se refieren estos ensayos á la variedad palmeada; y en cuanto á las terrosas, incluímos estas otras tres análisis:

	Esmeralda.	María Stuardo.	Abundancia.
Fosfato cálcico tribásico........	84,040	79,461	40,780
Fluoruro cálcico..............	5,049	4,530	2,514
Carbonato cálcico..............	»	13,630	3,182
Óxido férrico.................	0,430	0,900	0,340
Sílice........................	10,000	0,200	52,650
Agua higroscópica............	0.100	0,900	0,300
Pérdidas.....................	0,381	0,326	0,264

A cuyos elementos se agregan indicios de cloruro y sulfato cálcico, peróxido de manganeso y alúmina.

Algunas fosforitas pasan de terrosas á pulverulentas y pudieran confundirse con cualquiera substancia blanca en tal estado, á pesar de lo cual á veces son de mucha ley, como una muestra procedente de la mina *Aragonesa*, que resultó del 82,419 por 100.

Las concreciones cilíndricas que en sitios afecta la fosforita de Cáceres, mostrando conductos centrales y láminas transversales á modo de tabiques, hizo creer á algunos, aunque ligeramente y por poco tiempo, que abundaban los *Orthoceras* en el Calerizo [1].

Criaderos de la Aliseda.—En una longitud de 11 km., siguiendo la línea de contacto de la caliza devoniana con las pizarras y areniscas silurianas por Valdelayegua, Valdeliso y el cerro del Caracol, existen pequeñas bolsadas de fosforita, que se explotaron rápidamente en las minas *Betta* y *Confianza*, al SO. de La Aliseda. En la primera el mineral era concrecionadó, zonar y pisolítico, de brillo

(1) *Act. Soc. esp. Hist. nat.*, tomo III, pág. 53.

perlado; en la segunda, de brillo sedoso y textura curvo-testácea; blanco en ambas, mezclado con variedades brechoides y de aspecto calcedonioso y manchado irregularmente por una arcilla roja muy plástica y ferruginosa. Ésta rellenó irregularmente los huecos y grietas en que rajaron las capas de caliza, envolviendo en sitios grandes masas de fosforita de varias toneladas ya consumidas, fragmentos irregulares, nódulos y vetillas, quedando además cavernas y huecos, algunos de gran volumen. La fosforita era de las más ricas, pues en general contenían más de 80 por 100 de fosfato tribásico, 17 de carbonato y pequeñas cantidades de fluoruro cálcico, sílice y óxido férrico, con indicios de cloruro y sulfato cálcico. Las labores de las minas se sujetaron desordenadamente, como en Cáceres, á las inflexiones é irregularidades de los criaderos, llevando los trabajos á cielo abierto hasta excesivas profundidades, con imprudente desarrollo.

Los criaderos de La Aliseda se originaron en condiciones diferentes de los de Cáceres, pues el granito se halla muy apartado, y en su lugar asoman junto á ellos las diabasas, roca en cuya composición entran los óxidos de hierro en mayor cantidad; y mientras las fosforitas de Cáceres se asocian al cuarzo, fosforecen, son terrosas y compactas, fibroso-palmeadas ó cristalinas, las de La Aliseda no contienen cristales, ni son cuarcíferas, ni fosforecen. Esto nos induce á suponer que, si bien de idéntico origen, las fosforitas de La Aliseda son de edad posterior á las otras.

La análisis de un ejemplar de fosforita testácea de la mina *Confianza* acusó 80,771 por 100 de fosfato cálcico tribásico, 17 de carbonato cálcico, 1,026 de fluoruro, 0,850 de agua higroscópica, 0,100 de sílice, 0,080 de óxido férrico é indicios de cloruro y sulfato cálcico.

Tanto en La Aliseda como en el Calerizo de Cáceres, la caliza, en contacto con la fosforita, se presenta cavernosa, á causa de las aguas ácidas en que se formaron los fosfatos. Estos rellenan las oquedades de aquélla, dibujándose dendritas en las masas compactas inmediatas; y habiendo actuado la disolución con mayor energía en determinados lugares, en éstos se produjeron de preferencia grandes

huecos ocupados después por el fosfato. Basta para explicar esta sustitución suponer atravesada la masa caliza por agua caliente cargada de ácido carbónico y saturada, en virtud de esas condiciones, de sulfato cálcico y sílice. Esta última impregnó la caliza, cristalizando después en geodas, provocando á su vez la formación de cristales romboédricos de espato flúor, en algunos sitios de gran tamaño y casi hialinos, como abundaron en las minas *San Eugenio* y *Esmeralda* del Calerizo.

Criadero de Santa Eufemia.—En 1877 se explotaron de la manchita caliza inmediata á Santa Eufemia (Córdoba), á la izquierda del Cigüeñuela, varias bolsadas y venas irregulares de fosforita, de la que también subsisten algunas vetillas insignificantes en las pizarras infrayacentes. La fosforita es blanca, compacta, concrecionada, manchada de amarillento-parduzco por las tierras ocráceas que la envuelven, y la mayor bolsada que se arrancó se redujo á 14 m. de largo, 8 de ancho y 2 de espesor.

OTROS MINERALES

Fuera de los de hierro, escasa importancia tienen los demás criaderos de substancias metálicas encajados en el devoniano, limitándonos á enumerarlos rápidamente, por carecer casi todos de interés industrial.

Piritas y carbonatos cobrizos.—Hacia el límite occidental del sistema se ven en Asturias vestigios de grandes labores antiguas, y cree Schulz [1] que las más meridionales tuvieron en Bejega por objeto extraer el cobre, porque todavía se ven allí algunas muestras que así lo indican. Otra explotación cobriza más reciente hubo entre la caliza carbonífera y la pizarrilla devoniana en el sitio nombrado la Cadeu, al E. de Vendillés y al S. de Grado.

Piritas y carbonatos de cobre de escaso interés hay en las calizas

(1) *Descrip. geol. de Asturias*, pág. 41.

del estrecho de Oceja (León) y al S. de Sabero sobre la izquierda del Esla; también en una arenisca blanca intercalada en las calizas en Verdiago y en una pizarra que pasa á arenisca al NO. de Saelices.

Ligeras indicaciones cobrizas se ven en las Peñas de Barrio y del Castillo junto á Cervera de Río Pisuerga (Palencia), y en el barranco del Hocino, al O. de las caudalosas y afamadas fuentes de Ruesga, arma en las cuarcitas devonianas, muy próximas á la caliza de montaña, un filón muy inclinado al NE., formado de cuarzo y caliza espática, desigualmente impregnado de piritas y carbonatos de cobre con algo de cobre rojo.

Dos regiones metalíferas diferentes distingue el Sr. Stuart Menteath en los Pirineos navarros [1]: la del O. ó del monte Haya, caracterizada por la abundancia de plomo argentífero, y la del E. ó de los Alduides, donde predomina el cobre gris argentífero. En la primera, las direcciones más frecuentes son la NO. y la NE., y en la segunda las E.NE. y N.NO. En la primera, los filones de hierro se aproximan al rumbo N. á S., y en la segunda se acomodan al N.NO. Cuando se encuentran direcciones diferentes, existe algún rasgo saliente de la estructura local de las rocas, como sucede con el filón grande de Urtelleguy, alineado al N.NE., paralelo á una gran falla, y con los dos filones de hierro de Amboa, alineados al NE., como la gran falla que pasa entre ellos.

Por el monte Haya los filones afloran en las inmediaciones del trias, generalmente en una zona de 300 m. á partir de su base, pues las manchitas de ese sistema son prueba del paso de una falla que anuncia, por consiguiente, condiciones favorables á la producción de filones metalíferos.

En la comarca de los Alduides existe una relación semejante entre las minas y el nivel de las calizas paleozóicas, pasando á cuarcitas con frecuencia impregnadas de pirita cobriza ó de cobre gris, como puede verse en los confines del Baztán por los montes fronterizos de Ataqueta y Miaceta, donde se ven nódulos, costras y vetillas de pi-

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 3.ª serie, tomo XIV, pág. 599.

rita ferro-cobriza, parecidos á los que cruzan las calizas que median entre Yanzi y Lesaca.

Manchas de carbonato de cobre se presentaron en la fosforita de las minas *Elvira* y *Esmeralda*, del Calerizo de Cáceres, sin más importancia que una mera curiosidad mineralógica.

MINERALES PLOMIZOS.—Un filón irregular de arcilla gris con partículas de galena hay en Verdiago (León), al N. de la ermita de San Blas, cerca de Sabero; otro cruza la caliza y la arenisca, y también existen bolsadas y vetillas de aquélla, ya sola, ya acompañada de carbonato y de blenda en otros varios términos de León.

Probable continuación de un filón cobrizo es otro de galena hojosa con ganga de cuarzo, sito á nivel más bajo en el barranco del Hocino al O. de las fuentes de Ruesga (Palencia).

El filón de plomo argentífero de San Narciso, el más importante de Guipúzcoa, encaja parte en el granito y parte en la caliza devoniana coronada por el trías.

La caliza devoniana, juntamente con la amigdaloidea de la base del carbonífero, son las rocas metalíferas por excelencia en los Pirineos, según afirma el Sr. Stuart Menteath [1], agregando que las cantidades de galena y de piritas que presenta íntimamente mezcladas en su masa, bastarían para producir por concentración cantidades importantes de mena.

Nódulos de galena se han hallado entre la fosforita del Calerizo de Cáceres (mina *Abundancia).*

MINERALES DE ZINC.—Muy escasa debe ser, aunque de superior calidad, la calamina que, mezclada con algo de galena, cita Schulz de Piedrajueves, en las elevadas montañas de Somiedo. De la provincia de León se citan como devonianos un filón de blenda mezclado de calamina y galena, alineado al N. 38° O., en término de Valdeón, y otro de óxidos y pirita de hierro con algo de calamina, inclinado al NO. y de 75 cm. de espesor en el de Riaño.

CINABRIO.—Aunque incluídos los criaderos de Almadén en el si-

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 3.ª serie, tomo XIX, pág. 920.

luriano, también se encuentra algo de cinabrio en rocas devonianas como las areniscas fosilíferas del cerro del Hinojo de Guadalperal y en la caliza de Valdeazogues.

Manchas de cinabrio irregularmente esparcidas con arcillas y óxidos de hierro y vetillas del mismo carbonato de plomo y flores de antimonio, se descubrieron en las calizas de Miñera (León), acompañadas de arcillas ferruginosas; y otras señales se vieron en la arenisca arcillosa y conglomerado rojizo de Manzaneda, á 11 km. de Riello.

ESTAÑO.—Duda Schulz si fué de estaño ó de oro una explotación antigua muy extensa de que existen rastros en Ablaneda, á 5 km. al S. de Salas (1); pero advierte que el pico de Ventana allí inmediato, formado de arenisca roja, es magnético, sin que se vea mineral de hierro en sus inmediaciones, si bien supone que este mineral exista en el interior del cerro, tal vez asociado al metal precioso que los antiguos explotaron en caliza dolomítica acompañada de grauwacka alterada, en parte convertida en piedra córnea negra, algo parecida al basalto. El sitio más hondo de aquella explotación antiquísima está ocupado por una laguna nombrada Pozo Cellerico.

MINERALES DE ANTIMONIO.—En las pizarras de Vega de Perros, á 3 km. de la Magdalena (León), encaja una veta de estibina, inclinada 80° E., que fué interrumpida por un filón de cuarzo alineado al N. 23° O.; y 16 km. más arriba, siguiendo el río Luna, se descubrió en Mallo una bolsada del mismo mineral, que también acompaña á otros metales en los criaderos de Miñera.

BARITINA.—Algunos filones de sulfato de barita asoman en el devoniano de Asturias, y entre ellos los de Susacasa y Balbín, cerca de Luanco, y el de Lavares, término de Arlós, entre Oviedo y Avilés, que también cruza al triásico, sobrepuesto á aquél.

HULLA.—Aunque en capitas de pocos centímetros de espesor y sin valor industrial, dice Schulz que existe la hulla entre la pizarrilla arcillosa que hay junto á Pravia, en Bascones del concejo de Grado y

(1) *Descrip. geol. de Asturias*, pág. 41.

en San Juan de Nieva al N. de Avilés [1]. ¿Serán islotillos carboníferos todavía mal deslindados?

AGUAS MINERALES.—Seguramente no hay sistema de menor importancia en aguas minero-medicinales que el devoniano, pues fuera de algunos manantiales ferruginosos sin interés, en las areniscas de las montañas de Oviedo y León sólo se pueden mencionar el muy pequeño de agua salada que brota entre las cuarcitas del valle de los Castillejos, al S. de Henarejos, y el termal bien abundante de la ladera occidental del pico Prieto, cerca de Avilés.

(1) *Descrip. geol. de Asturias*, pág. 48.

CAPÍTULO VII

SISTEMA CARBONÍFERO

ARTÍCULO PRIMERO

GENERALIDADES

Por su grande importancia industrial es el sistema carbonífero el de mayor interés y aquél cuyo estudio ha llamado más la atención de centenares de geólogos é ingenieros, á pesar de lo cual todavía hay mucho que investigar para que alcancemos un conocimiento perfecto de nuestras cuencas hulleras. El cúmulo de datos relativos á éstas va siendo, sin embargo, considerable, aunque no todos los antecedentes deban tomarse como exactos, ni sean fáciles de compaginar los de diversos observadores.

Muchas son las analogías de este sistema y del anterior. En primer lugar, ambos se muestran desarrollados con idénticas condiciones en la Península, pues sus manchas principales, tanto en extensión como en espesor, radican en la región cantábrica por uno y otro lado de la cordillera. En el resto de España el devoniano y el carbonífero asoman en pequeños islotes, ya entre formaciones más modernas bajo las cuales indudablemente se extienden, ya en reducidas manchitas enclavadas en el siluriano y el cambriano, como restos dispersos respetados aún por las enormes corrientes de la denudación. En la región SO. de la Península, una zona carbonífera independiente del devoniano presenta caracteres diferentes del resto del sistema en España, fuera de las inmediaciones de Barcelona, pues no la constituyen la caliza carbonífera ni el hullero propiamente dicho

con capas de carbón, sino el Culm, según se detallará más adelante.

Aparte de esa zona, los caracteres estratigráficos de los dos sistemas son idénticos; parejas corren sus pliegues y fallas; á iguales desgarres y dislocaciones estuvieron sujetos, y por lo que hace á su composición, en ambos entran los tres tipos de roca dominantes, á saber: calizas de la misma textura y de iguales variaciones de color, pizarras arcillosas generalmente deleznables y areniscas, en las cuales es bastante menor el parecido y la distribución cronológica. En lo tocante á los restos orgánicos, si bien el hullero ofrece con su flora caracteres diferenciales á primera vista de todas las formaciones que le precedieron y le siguieron, el carbonífero inferior y el devoniano son mucho más difíciles de distinguir por sus faunas, principalmente en lo relativo á las dos clases que más abundan en ellos, los braquiópodos y los coralarios, cuyos géneros son casi todos los mismos.

La diferente composición de las dos divisiones principales del sistema arrastra consigo aspectos muy diversos en sus relieves topográficos, pues así como la fisonomía de la caliza de montaña es agreste y la vegetación nula ó escasa, el hullero suele revestirse de frondosa apariencia, por la facilidad con que se desagregan y descomponen sus areniscas y pizarras, si se exceptúan las fajas de conglomerados que por su mayor dureza ó resistencia sobresalen en cumbres escarpadas y se desgajan en grandes peñascos.

Extensión.—Tal como se halla manchado en el Mapa general, el carbonífero en España mide 10664 km. cuadrados, de los cuales corresponden 3643 á León, 3250 á Oviedo, 1528 á Huelva, 851 á Santander, 766 á Palencia y 217 á Córdoba, distribuyéndose el resto con pequeñas fracciones entre las cuatro provincias pirenáicas, Burgos, Sevilla, Badajoz, Ciudad Real, Logroño, Cuenca y Guadalajara.

El especial interés minero del carbonífero, por cuanto atañe á las cuencas hulleras, obligará á investigar, andando el tiempo, más dilatados horizontes, á través de las formaciones bajo las cuales se ocultan las manchas del sistema reconocidas; y desde este punto de vista la región hidrográfica del Duero es la de mayor, aunque lejano porvenir, principalmente en las extensas llanuras terciarias y

cuaternarias de León y Palencia. Los islotes hulleros de San Adrián de Juarros (Burgos), de Préjano y Turruncún (Logroño), de Valdesotos (Guadalajara) y de Hinarejos (Cuenca), pueden ser muy bien hitos ó mojones de zonas importantes del hullero más rico en carbón infrayacente de los sistemas secundarios, claro es que en gran parte á profundidades excesivas, pero no todo imposible de sacar á la superficie en condiciones económicas. En el cuadrilátero de formaciones secundarias comprendido entre Oviedo, Gijón, Infiesto y Villaviciosa se contienen, con mucha mayor probabilidad de buen éxito, fracciones interesantes del hullero, no muy difíciles de descubrir con sondeos. Y por fin, los efectuados cerca de la derecha del Guadalquivir inducen á admitir como segura la prolongación de la cuenca de Villanueva hasta muy cerca de las puertas de Sevilla.

PETROLOGÍA

La composición petrológica del carbonífero es muy sencilla, pues todas sus rocas se incluyen en cuatro géneros únicamente: pizarras arcillosas, areniscas, conglomerados y calizas.

PIZARRAS ARCILLOSAS.—Muchas pizarras hulleras son sumamente parecidas á las devonianas y silurianas, divisibles en hojas delgadas; pero es más frecuente en las zonas ricas en hulla que se impregnen de substancias carbonosas en proporciones muy diversas, desde las que apenas toman un color ceniciento obscuro hasta las que se confunden con los borrascos ó lechos de carbón impuro enteramente negros. Aquéllas suelen afectar al romperse formas poliédricas con lisos diagonales, tan suaves al tacto como los de las caras de junta cuando unas capas han resbalado sobre otras. Las pizarras muy carbonosas, casi siempre foliáceas, se deshacen en trocitos menudos formados de pequeñísimas hojuelas, de mayor resistencia á convertirse en polvo que la hulla, entre la que se interponen, recibiendo en Asturias el nombre de *borle*. Otras veces las regaduras intercaladas en el carbón tienen una masa tan blanda y compacta, que más bien son arcillas poco ó nada pizarreñas.

Contienen á menudo las pizarras hulleras algunas cantidades de pirita en costras aisladas ó en nódulos irregulares, y en muy variables proporciones se mezclan en su masa granillos cuarzosos y feldespáticos, cargándose al propio tiempo de láminas de mica, formando numerosos tránsitos á las areniscas pizarreñas.

Las que alternan con las calizas del tramo inferior contienen mucha calcita y pasan á calizas pizarreñas con abundantes restos de foraminíferos y entomostráceos. También se perciben en ellas granos de cuarzo clásticos con inclinaciones móviles, pajitas micáceas incoloras, granos amarillos de pirita, tablas de oligisto y agujillas muy pequeñas de rutilo.

Areniscas.—Desde algunas tan hojosas que se confunden con las pizarras, hasta las que sobresalen en gruesos bancos muy duros, hay infinitos tránsitos; pero en todas su composición oscila entre limites muy estrechos. Granos finísimos ó gruesos de cuarzo y de feldespato con hojuelas de mica, blanca ó amarillenta, que las hacen casi siempre pizarreñas, unidos por cimento total ó casi totalmente arcilloso, componen estas rocas, no tan ferruginosas como las devonianas ni tan resistentes como las silurianas, casi nunca fáciles de confundirse con las cuarcitas. La presencia constante de la arcilla y de la mica permite se clasifique á casi todas entre las samitas.

Algunos bancos de textura fina y compacta dan excelentes piedras de cantería; pero es más frecuente que sean poco tenaces y que se desagreguen ó desconchen rápidamente por las acciones atmosféricas.

Sus elementos clásticos proceden más bien de los granitos y otras rocas hipogénicas que de las pizarras cristalinas, al contrario de lo que se observa en las areniscas cambrianas y silurianas.

Pudingas y gonfolitas.—Se distinguen en el hullero dos especies distintas de conglomerado: una esencialmente cuarzosa, propiamente llamada pudinga; otra de elementos casi todos calizos, señalada con el nombre de gonfolita. La primera se compone de cantos de cuarcita, casi siempre gruesos, de desigual volumen, á veces poco rodados ó elípticos, unidos por un cimento silíceo ó silíceo-ferruginoso. Las gonfolitas suelen ser de fragmentos más menudos, todavía de más

desigualdad en sus tamaños, en su mayor parte de caliza de colores claros, sin que falten granos cuarzosos blanquecinos, menudos fragmentos de areniscas y cuarcitas y guijarros de piedra lidea, todos empastados por caliza pura ó arcillosa.

Caliza.—La caliza carbonífera ó de montaña es de grano fino y apretado, de fractura ligeramente concoidea, color gris más ó menos azulado, con vetas blancas de caliza espática. La más abundante del sistema es bastante pura, y sus coloraciones gris azulada ó ligeramente rosácea se deben á partículas carbonosas ó á un poco de arcilla, que constituyen una pasta fundamental en la cual se diseminan granillos angulosos de calcita y fragmentos microscópicos de crinoides, braquiópodos, foraminíferos y coralarios.

Es notable en muchos bancos la acumulación extraordinaria de cristales exagonales de cuarzo, hialinos ó blanquecinos, cuyo origen, más bien que á la acción metamórfica de rocas hipogénicas, á veces muy alejadas, se debe á una lenta cristalización de pequeñas proporciones de sílice, diseminadas en toda la masa en un principio, agrupadas á fuerza de tiempo en el seno de muchos bancos. Prueba de ello es la abundancia de pedernal íntimamente mezclado con la caliza, que se nota en algunas capas de la cordillera Cantábrica.

Entre las calizas de la base del sistema, merece especial mención la marmórea amigdaloidea, que es una roca compacta, de fractura astillosa ó concoidea, susceptible de recibir buen pulimento, con bellas combinaciones de colores claros en fondos jaspeados verdosos y rojizos. Alterna con la pizarra arcillosa, con la cual forma mezclas íntimas, generalmente en nódulos redondos ó alargados enclavados en ella, por lo cual recibe el nombre de caliza amigdaloidea.

Cuando la pizarra que la acompaña ó envuelve es rojiza, los artistas franceses la llaman mármol *griotte*, y si es verde mármol *campan*, variaciones de coloración dependientes de los diversos grados de oxidación del hierro que los tiñe. Tales nódulos ó amígdalas calizos, son moldes de goniatites y otros cefalópodos, transformados en espato transparente en algunos sitios, tan abundantes, que las cámaras de los individuos grandes se ven rellenas de otros pequeños. También se

reconocen fragmentos espatizados de crinoides y granillos calizos, procedentes de coralarios ó de braquiópodos.

Aunque poco frecuente, algunas de estas calizas contienen sílice, pasando á verdaderas tanitas de grano apretado, quebradizas, con parte de calcita descompuesta y gránulos de limonita, que las comunica colores rojizos y amarillentos. El estado calcedonioso de esta sílice indica su formación posterior á la sedimentación.

CARACTERES PALEONTOLÓGICOS

La primera diferencia entre la fauna carbonífera y la devoniana, examinando sus grupos genéricos, consiste en la presencia de foraminíferos, representados por grande abundancia de fusulinas (*Fusulinella sphæroidea*, Moeller.) en la caliza de montaña ó metalífera de la cordillera cantábrica.

Más claramente que en el devoniano, se cuentan en el carbonífero de la misma región tres especies de esponjas, *Sollasia ostiolata*, *Amblysiphonella Barroisi* y *Sebargasia carbonaria* (1), que, como los faretróuidos de los sistemas secundarios, debieron vivir á poca profundidad en los mares de la base del hullero ó del fin de la caliza de montaña.

Casi tanto como en el devoniano, abundan los coralarios en los tramos inferiores del sistema. En el mármol amigdaloideo están representados los géneros *Cyathaxonia*, *Favosites*, *Zaphrentis* y *Lophophyllum*, y en el hullero inferior estos tres últimos, *Munticulipora*, *Fistulipora*, *Alveolites*, *Campophyllum*, *Diphyphyllum*, *Petalaxis*, *Koninckophyllum*, *Lonsdaleia*, *Axophyllum* y *Rhodophyllum*, estos cinco últimos caracterizados por un desarrollo exagerado de la columnilla, con modificaciones muy diversas, según las especies. Es notable que hasta ahora sólo en el carbonífero de España y en el de Silesia es donde predominan, por su número y variedad de espe-

(1) Descritas en el *Neues Jahrb. für Miner.*, 1882, tomo II, pág. 139.

cies é individuos, los coralarios rugosos con columnilla, órgano que se desarrolló en el embrión después que los tabiques, y al propio tiempo que la muralla, coincidiendo este perfeccionamiento con el orden de aparición sucesiva, por ser dichos cinco géneros posteriores al devoniano. «Pero al mismo tiempo que la columnilla se desarrolló, observa el Sr. Barrois [1], se produjo otra diferencia en los tetracorales carboníferos, y es la división de sus poliperos en tres zonas concéntricas, fácilmente reconocibles en las secciones horizontales: la externa, constituída por un tejido vesiculoso con numerosos tabiques poco distintos; la central, con tabiques laminares bien desarrollados, entre los cuales apenas hay expansiones, y la interna, ocupada por una columnilla formada de hojas concéntricas, diversamente reticuladas.»

En algunos horizontes del carbonífero inferior es mucho mayor que en la fauna devoniana la riqueza individual de los crinoides, pues bancos sublaminares existen, como los de Pría (Asturias), formados únicamente por trozos de artejos de *Poterocrinus* y *Cyathocrinus*, comparables dichas calizas á los *petits-granites* del carbonífero belga ó á las *crinoidal-limestones* de Inglaterra. El primero de esos géneros se encuentra en el mármol amigdaloideo, en la caliza metalífera ó de foces y en la hilada de Lena ó hullero inferior, correspondiendo á este último el otro género, dos especies de *Platycrinus*, una de *Erisocrinus*, otra de *Mespelocrinus* y otra de *Euyocrinus*. El mismo tramo contiene radiolas y placas exagonales del único equinoide carbonífero que hasta la fecha se ha hallado en España, el *Archæocidaris Sixi*, Barrois.

Al revés de lo que sucede en otras naciones, los briozoarios escasean mucho más en el carbonífero de España que en el devoniano; sólo hay catalogadas hasta la fecha seis especies de la caliza metalífera de Asturias, correspondientes á los fenestélidos, y uno de ellos reaparece en Espiel.

Aunque abundantes en el carbonífero, no lo son tanto como en el

(1) *Recherches sur les terrains anciens des Asturies.*

devoniano los braquiópodos, figurando en primera línea los géneros *Productus* (18 especies) y *Spirifer* (16). Las especies más comunes del primero son *P. semireticulatus*, Mart., que atraviesa casi todo el sistema; *P. Cora*, Orb.; *P. punctatus*, Mart., y *P. longispinus*, Sow. Los *S. Mosquensis*, Fisch. sp.; *S. bisulcatus*, Sow.; *S. lineatus*, Mart.; *S. striatus*, Mart., y *S. glaber*, Mart., son los más abundantes del segundo. Una *Leptæna*, la *L. depressa*, abundantísima en la mayor parte de las cuencas carboníferas de Europa y de América, parece quedó acantonada en el devoniano de España, pues hasta la fecha nadie la recogió en el sistema de que se trata. En cambio, hay una especie, *Aulacorhynchus Davidsoni*, descubierta por el señor Barrois en el tramo de Lena, tan común en Asturias, que llega á formar bancos de lumaquelas.

Otras especies de braquiópodos, que también son frecuentes en varias regiones, son *Orthis resupinata*, Mart.; *O. Michelini*, Lev.; *Streptorhynchus aracnoidea*, Phill., y *Rhynchonella pleurodon*, Phill. sp.

Desde el carbonífero comienzan á ser numerosas las especies de lamelibranquios. Entre las del hullero inferior es notable la *Carbonarca Cortazari*, Barrois, correspondiente á un género americano citado por primera vez en Europa; y entre las del hullero medio merece citarse el *Naiadites Tarini*, Barrois, especie nueva de un género nuevo también, todavía no bien definido por ser desconocida la charnela. Habitaba esta concha entre los helechos, mezclada á los cuales se encuentran sus restos muy bien conservados.

Los otros géneros, con especies carboníferas, la mayor parte recogidas en Asturias, son *Pecten*, *Lima*, *Backevellia*, *Arca*, *Nucula*, *Ctenodonta*, *Cuculella*, *Conocardium*, *Astarte*, *Edmondia*, *Cardiomorpha*, *Aviculopecten*, *Posidonomya*, *Myalina*, *Macrodon*, *Schizodus*, *Anthracosia* y *Sanguinolites*.

La mayor parte de los gasterópodos carboníferos corresponden al hullero inferior, uno de ellos, el *Platyceras neritoides*, Phill., procede del mármol amigdaloideo; los otros pertenecen á los géneros *Naticopsis* (más bien que *Littorina*, como se anunció anteriormente), *Loxonema*, *Macrochilina*, *Strobeus*, *Straparollus*, *Schizostoma*, *Pleu-*

rotomaria, *Orthonema*, *Dentalium* y *Bellerophon*. De este último se cuentan seis especies, una de ellas, el *B*, *hiulcus*, Mart., bastante común en Asturias. En la caliza carbonífera de esta provincia no se han hallado todavía restos de la familia *Chitonida*, que tan abundantes son en Bélgica y otros paises. Del hullero medio sólo se han recogido cinco especies, una de ellas, el *Bellerophon navicula*, Sow., propio también del hullero inferior.

Los fósiles que mejor caracterizan el mármol amigdaloideo son los *Goniatites*, de que se han obtenido cuatro especies, la más frecuente el *G. crenistria*, Phill., asociado al *Orthoceras giganteum*, Sow. En el hullero inferior sólo están representados los cefalópodos por el *Nautilus dorsalis*, Phill.

A 18 ascienden las especies recogidas por el Sr. Barrois en la caliza marmórea amigdaloidea de la cordillera cantábrica (1), y son las siguientes: *Favosites parasitica*, Phill.; *Lophophyllum tortuosum?*, Mich.; *Poteriocrinus minutus*, Roem.; *Chonetes variolata*, Orb.; *Ch. papilionacea?*, Phill.; *Spirigera Royssii*, Lev.; *Spirifer glaber*, Mart.; *S. sublamellosus*, Kon.; *Productus rugatus*, Phill.; *Orthis Michelini*, Lev.; *Capulus neritoides*, Phill.; *Orthoceras giganteum*, Sow.; *Goniatites crenistria*, Phill.; *G. Henslowi*, Sow.; *G. cyclolobus*, Phill.; *G. Malladœ*, Barrois; *Phillipsia Brongniarti*, Fisch., y *Ph. Castroi*, Barrois. Las localidades por donde están repartidas son Entrellusa, Mere, Vallota, Margolles, El Naranco y Candás (Oviedo), Puente Alba y Pola de Gordón (León).

En apoyo de su decisión de trasladar del devoniano superior á la base del carbonífero la caliza marmórea amigdaloidea de la zona cántabro-pirenáica, el Sr. Barrois comienza por trasladar los siguientes párrafos del geólogo Kayser (2): «A los Goniatites y Climenias se debe dar la mayor importancia para la división paleontológica del devoniano superior, pues son los únicos moluscos de formas

(1) *Bol. Mapa geol.*, tomo VIII, pág. 15.
(2) *Ueber die Fauna der Nieren-Kalks vom Enkeberge und der Schiefer vom Nehdem bei Brilon, und über die Gliederung des oberdevon*, etc.: *Zeits. deuts. geol. Gesell.*, tomo XXV, pág. 669.

específicamente diferentes de las que tienen en el devoniano medio, distinguiéndose entre aquéllas dos faunas: la de la parte más baja del devoniano superior, caracterizada por los Goniatites *primordiales* y por la ausencia de Climenias, y la de la parte más alta del remate del devoniano, donde hay Climenias y sustituyen á esos Goniatites otros de los grupos *magnosellares* y *lanceolati*.» Advierte después el Sr. Barrois que los *magnosellares* no se encuentran en el mármol amigdaloideo de Asturias y León, donde les reemplazan otros de los *genufracti* y *lanceolati*, éstos menos abundantes, con caracteres diferentes relacionados con las especies carboníferas de otros países de Europa; y agrega que en la cordillera cantábrica estos mármoles descansan, ya sobre el devoniano medio, ya sobre el inferior ó el siluriano, cubriéndoles las calizas carboníferas con *Productus* de costillas radiadas y horquilladas.

En su comparación con las faunas carboníferas de otros países, halla el Sr. Barrois los fundamentos para incluir el mármol amigdaloideo en este sistema; y así, por ejemplo, teniendo en cuenta que de las 18 especies encontradas en Asturias y León, son dos nuevas, de las 16 restantes hay 13 que se hallaron en el carbonífero de Bélgica; 12 en Inglaterra, distribuídas en los *Tuedian Group*, de Northumberland y Durham; el *Lower Limestone Shale*, de Gales, y el *Calciferous Sandstone*, de Escocia, aproximándose mucho á nuestro nivel el *Culmiferous series* ó *Culm*, que en el Devonshire descansa sobre el devoniano. Las analogías del amigdaloideo son también evidentes con el Culm de Alemania, pues el del Hartz contiene *Goniatites crenistria*, *G. cyclolobus*, *Poteriocrinus minutus*, etc., así como en Silesia, donde también hay capas de calizas rojas amigdaloideas, semejantes á las nuestras; y todavía más lejos, se mantienen tales analogías en la fauna de *Goniatites* de Cosatchi-Datchi (montes Urales), y en la caliza, también con *Goniatites* de Rockford (Indiana), que sucedió en los Estados Unidos al *Chenumg Group*, del devoniano superior.

En España, como en todas partes, escasean mucho en el carbonífero las especies del orden de los *Trilobites*, próximo á extinguirse,

y es preciso recurrir á la región cantábrica para hallar dos de *Phillipsia (Ph. Brongniarti*, Fischer, y *Ph. Castroi*, Barrois), del mármol amigdaloideo, y la *Ph. Derbyensis*, Mart., algo menos rara, del hullero inferior, para reconocer sus restos, que tal vez existan en Villafranca de Córdoba.

Más abunda un ostrácodo, el *Entomis Grand'Eury*, descubierto por Barrois en el mismo tramo, en el que el mismo observador recogió unos *Ichtyodorulitos* algo parecidos al *Odontacanthus*, de Agassiz, de que también hay señales en la cuenquecita de Puertollano.

Las especies vegetales más extendidas en dos ó varias cuencas diferentes, son las siguientes: *Calamites approximatus*, Schlot.; *Calamocladus longifolius*, Br.; *C. equisetiformis*, Schlot.; *Sphenophyllum emarginatum*, Brong.; *Neuropteris gigantea*, Sternb.; *N. heterophylla*, Brong.; *Alethopteris lonchitica*, Brong. sp.; *A. Serlii*, Brong.; *Lepidodendron aculeatum*, Sternb., y *Sigillaria mammillaris*, Brong., del hullero medio; *Calamites Suckowi*, Brong.; *C. Cistii*, Brong.; *Annularia sphenophylloides*, Zenk.; *A. longifolia*, Brong.; *Neuropteris Scheuchzeri*, Hoff.; *N. flexuosa*, Sternb.; *Pecopteris Miltoni*, Artis; *Lepidodendron dichotomum*, Sternb.; *Sigillaria tessellata*, Brong.; *S. elegans*, Sternb., y *Stigmaria ficoides*, Brong., de los tramos medio y superior; *Calamites cannæformis*, Schlot.; *Pecopteris polymorpha*, Brong.; *P. dentata*, Brong.; *P. arborescens*, Schlot.; *Goniopteris arguta*, Brong. sp.; *Alethopteris aquilina*, Schlot.; *A. Grandini*, Brong.; *Dictyopteris Brongniarti*, Gutb., y *Valchia piniformis*, Sternb., de los niveles más altos.

DIVISIÓN EN TRAMOS

Lo mismo que en otros países, el sistema carbonífero se inició en España por un período marino, cuyo elemento principal, pero no exclusivo, es la caliza. A este periodo siguió otro continental, en el que se desarrollaron bosques de rica vegetación palúdica, los cuales fueron inundados ó destruídos á intervalos más ó menos largos por in-

vasiones marinas. En Asturias comenzó el segundo período con el tramo de Lena, equivalente al Culm ó hullero inferior, constituido por una alternación de depósitos terrestres y marinos, y no se normalizó de un modo definitivo hasta el período correspondiente al hullero medio.

Los primeros geólogos que exploraron la Península distinguieron desde luego, por el contraste de su composición, las dos divisiones principales del sistema, y poco después, á mediados de siglo, estableció Schulz para Asturias las tres siguientes: 1.ª, caliza carbonífera; 2.ª, carbonífero pobre en hulla; 3.ª, carbonífero rico, que se ajustan á las que posteriormente propuso Barrois con relación á la misma y á continuación se expresan:

1.ª Caliza marmórea amigdaloidea.
2.ª Caliza metalífera ó *de foces.*
3.ª Hullero inferior ó Culm.
4.ª Hullero medio.
5.ª Hullero superior.

La caliza marmórea amigdaloidea, que Verneuil y otros geólogos antiguos incluyeron en el devoniano, fué segregada por el Sr. Barrois, según se dijo, considerándola como la base del sistema. Cronológicamente, sin embargo, sólo debería admitirse como base del primer tramo del sistema, pues su espesor apenas pasa de 30 m., lo que denota un desarrollo en vertical excesivamente desproporcionado con relación á las otras divisiones. Se muestra á trechos interrumpidos en la región cantábrica y en ambas vertientes de los Pirineos; pero falta en el resto de la Península. Entre sus localidades típicas se citan las siguientes: Entrellusa, Vallota, Naranco, Candás, Mere, Margolles (Asturias), Pola de Gordón, Puente Alba (León), Canfranc (Huesca), Vera (Navarra).

La caliza metalífera ó *de foces* corresponde á la carbonífera de diversos geólogos; pero hizo observar el Sr. Barrois que en ella no se encontraron todavía fósiles determinables en la región cantábrica, pues los de procedencia asturiana pertenecen, según él, al tramo siguiente; sus localidades típicas en la provincia de Oviedo son las *fo-*

ces ó gargantas de los ríos Trubia, Ponga y parte alta del Nalón, de las sierras de Sobrescobio y de Escapa, de Entrellusa, Olloniego, Posada, Mere, Covadonga, Valdelamesa, escarpas de Rivadesella y de Llanes.

El hullero inferior ó Culm tiene por fósil característico la *Fusulinella sphæroidalis* en Asturias, donde le constituyen repetidas alternancias de pizarras, pudingas y calizas, y á él pertenece la gran mancha hispano-portuguesa caracterizada en la provincia de Huelva por las pizarras con *Posidonomyas*. Queda por aclarar si es en este tramo ó en el anterior donde debe incluirse la caliza del sistema de la cuenca de Bélmez.

Se distingue el hullero medio en la región cantábrica por las pizarras con *Dictyopteris sub-Brongniarti* de Sama de Langreo, que además de este valle se extienden por Mieres, Marea, Torazo, Quirós y Teberga, con samitas, grauwackas y conglomerados, así como la fauna salobre de Mosquitera y Santofirme.

Al tramo superior, que contiene como helecho típico el *Pecopteris Pluckeneti*, llama el Sr. Barrois de las *pudingas de Tineo*, y se muestra en Cangas de Tineo, Rengos, Gillón, Arnao y Ferroñes.

A juzgar por los restos fósiles recogidos en las cuencas de Asturias, se reconocen los tres niveles del hullero: las de la región pirenáica corresponden al tramo superior; las de Castilla á la parte superior del hullero medio; la de Puertollano al hullero infra-superior, y la de Bélmez al hullero infra-medio.

El subtramo superior del hullero medio se caracteriza por la presencia de varios bancos de gonfolita con cantos de calizas negras y blancas, unidos por un cemento calizo-arcilloso y cruzados por vetas espáticas.

Espesor del sistema.—No es posible señalar cifras aproximadas respecto al espesor del sistema carbonífero en las manchas principales, que son las de Asturias, y únicamente hay diversos datos aislados de algunos valles, que trasladaré en sus lugares respectivos. En una comarca tan montañosa como la cantábrica, en la provincia de Oviedo sobre todo, cortada en todos sentidos por valles

estrechos y profundos y con una estratificación tan complicada, cuajada de irregularidades de dirección y de inclinación á consecuencia de los variados movimientos que torcieron y desgarraron sus capas, el problema es de los más difíciles. En varios puntos se invirtieron ó volcaron completamente las capas; en otros se interrumpieron bruscamente por numerosas fallas, cuyas prolongaciones quedan ocultas largo trecho por debajo de los mantos de tierra de labor y de una espesa y frondosa vegetación.

Nunca será suficiente para el objeto el examen superficial del terreno; y cuando las labores interiores se vayan extendiendo á todos los valles y se reúnan todos los datos, la observación comparada de las rocas atravesadas por galerías de investigación y de extracción permitirá determinar cierto número de horizontes que servirán de jalones para restablecer el orden estratigráfico.

En los artículos siguientes se apuntarán las cifras aproximadas del espesor en algunas regiones.

ARTÍCULO II

REGIÓN CANTÁBRICA

Más de la mitad del sistema en la Península asoma con excepcional importancia en la región cantábrica, donde se extiende la mancha principal.

ENUMERACIÓN DE LAS MANCHAS

MANCHA PRINCIPAL.—Diferentes manchas del sistema secundario, que en la región central de Asturias se extienden en el cuadrilátero comprendido entre Oviedo, Gijón, Colunga é Infiesto, impiden que la principal mancha carbonífera avance hasta el mar en toda la mitad oriental de la provincia de Oviedo. Fuera de algunos senos á Po-

niente, en que se intercala el devoniano cerca de Oviedo, y de varios islotillos jurásicos y triásicos que la interrumpen en cortos espacios, la faja cretácea que de O. á E. se extiende del centro de Asturias hasta Infiesto, constituye el comienzo del límite septentrional de la mancha, por medio de la cual penetra desde dicho Infiesto hasta cerca de Carreña. A causa de dos fajitas, triásica y jurásica, en corto espacio la baña el mar entre Colunga y Rivadesella; y desde esta villa hasta pocos kilómetros al O. de San Vicente de la Barquera, llegan sus rocas hasta la costa.

Por el lado del O. los límites son en extremo sinuosos, principalmente á causa de un seno devoniano que se acoda del N. al E.SE. entre los concejos de Riosa y Quirós por un lado, y el de Teberga por otro; destacando una rama que, muy estrechada, cruza la divisoria por el Puerto Ventana, vuelve á ensanchar en las márgenes del río Luna y se enlaza con la mancha principal al S. del Puerto de Pajares.

La línea límite meridional corta casi á escuadra los caudalosos ríos que de N. á S. cruzan las montañas de León y Palencia desde el río Luna hasta el Pisuerga, no sin multiplicadas y sinuosas ondulaciones. Avanza hasta Rabanal y Sena en las márgenes del Luna, hasta Villamanín en el Bernesga, hasta Almuzara en el Torio, hasta Valteja en el Curueño, hasta Oville y Vozmediano en las vertientes del Porma, hasta Aleje y Santa Olaja en la cuenca del Esla, derivándose al O. la faja hullera de Sabero; hasta el Puente Almey en las orillas del Cea, hasta Guardo en las del Carrión y hasta Cervera en las del Pisuerga.

No menos irregulares que sus linderos occidentales en León y Asturias, son sus orientales en Santander y Palencia. Por su extremo SE. en Barruelo y Orbó, avanza á modo de golfo la mancha principal entre el triásico, en contacto del cual continúa hasta cerca de Tudanca, tocando la faja jurásica de Cabuérniga unos 12 km., pasados los cuales otra vez la limita el triásico por la cuenca del Nansa hasta el Celis. A partir de este pueblo, la recorta con muchos entrantes y salientes el cretáceo, hasta su remate en el mar, cuyas

aguas hacen aparecer en tres fragmentos adicionales el apéndice alargado al NE., al cual cruzan las rías de Santiuste, Tinamayor y Tinamenor.

Las mayores alturas de la cordillera cantábrica se alzan en esta mancha, agrupadas en torno de los famosos Picos de Europa, donde sobresalen El Cornón de Peña Vieja (2630 m.), sierra de Tundes (2011), Peña de Cigal (1983), Peña de la Luz (1915), Peñas Blancas (1581) y los puertos de Tamey (1330) y de Sierras (1308).

OTRAS MANCHAS ASTURIANAS.—A unos 160 km. cuadrados se aproxima la extensión de diversas manchitas más ó menos alejadas de la principal, la mayor parte restos desgajados de ella por la denudación ó asomos entre formaciones secundarias bajo las cuales se oculta su continuación. En estos casos se hallan las de Viñón, Torazo, Villapérez y Ferroñes; las de Arnao, Trubia y Teberga, enclavadas en el devoniano. En el tercio occidental de la provincia se apoyan sobre el cambriano las de Tineo, Cangas de Tineo, Rengos, Posada, Gillón y Tormaleo.

MANCHA DE LA CEANA.—Corresponde casi enteramente á la provincia de León una mancha limitada al E. por el devoniano y en los demás rumbos por el siluriano, la cual se extiende por la Ceana, avanza á la cumbre de la cordillera por el puerto de Leitariegos (1490 m.) y penetra en Asturias por los términos de Cerredo y Degaña. Su extremo septentrional está defectuosamente marcado en el Mapa general y su extensión se acerca á 100 metros cuadrados.

MANCHA DE BRAÑUELAS.—A 1300 km. cuadrados asciende la extensión de la mancha carbonífera menos conocida que hay en España y á que cruza por su parte media el ferrocarril de León á Coruña entre Astorga y Bembibre. En conjunto tiene una forma triangular: se prolonga al NO. en una expansión redondeada que alcanza grandes alturas en la sierra de Noceda, por cuyas vertientes occidentales la atraviesa el Sil al N. de Ponferrada, y avanza al NE. otra expansión cruzada casi en su extremo por el río Luna, entre Bobia y Otero de Dueñas.

Por el E. la limita la gran mancha diluvial de León, bajo la cual

deben prolongarse sus estratos para enlazarse subterráneamente con la gran mancha asturo-leonesa al S. del ferrocarril de la Robla á Valmaseda, entre el Esla y el Pisuerga. Al S. y al O. se apoya sobre el siluriano, cuyo sistema la limita por el N. entre Fabero y Laurz, desde cuyo punto completa sus confines hasta su remate NE. en Carrocera. Un centenar de villas, lugares y aldeas se hallan enclavadas en esta mancha, que bien merece un estudio muy detenido.

MANCHA DE LA POLA DE GORDÓN.—Otra mancha enteramente leonesa es la de la Pola de Gordón, cruzada en su tercio occidental por el ferrocarril de León á Gijón. Se halla enteramente rodeada por el devoniano, mide 166 km. cuadrados, la cruzan de N. á S. el Bernesga y el Torío, alcanza el Curueño su remate oriental y tiene su especial interés en las cuencas hulleras de Ciñera y Matallana.

FAJITA DE LAS CALDAS DE BESAYA.—Al S. de Torrelavega el ferrocarril de Palencia á Santander cruza una fajita carbonífera de 32 kilómetros cuadrados, limitada al N. por otra triásica y al S. por el cretácco y el jurásico. Su anchura máxima se acerca á 4 km. al S.SO. de Puente-Viesgo, cerca de su límite occidental; las Caldas de Besaya se levantan cerca del occidental, y el Pico Dobra es su punto culminante.

DATOS LOCALES

Importancia de primer orden tiene el carbonífero en esta región, no sólo desde el punto de vista meramente científico, sino por el mucho valor industrial de sus criaderos metalíferos y carbones. Imprime los rasgos orográficos más salientes del país, cuyo conjunto de sierras, picos, abismos, grutas, tajos, lagunas y valles, constituye la zona más pintoresca y sorprendente de la Península. Extático al contemplar tales maravillas, no pudo menos de escribir Schulz, cuando hizo sus estudios por Asturias, el siguiente párrafo, entre otros parecidos: «Admirables son en alto grado en la caliza carbonífera algunos cortes ó gargantas profundas y angostísimas por donde pa-

san los ríos, cuyos pasos estrechos se llaman *hoces* ó *foces*. Cuando por tales gargantas pasan veredas ó caminos de herradura que por falta del ancho necesario y buena dirección ofrecen peligro de despeñarse, se llaman *escobios* (1).» Todas estas gargantas, que tanto realzan las altas montañas de la cordillera cantábrica, fueron producidas por enormes rasgaduras de las grandes masas de caliza, algunas de más de una legua de largo; y tales son, entre otras, la de una profundidad espantosa que media entre Tolivia y Valdepiélago (León); la canal de Trea, paso extremadamente hondo que aprisiona el río Carés entre Valdeón y Cabrales, al pie de los Picos de Europa; la muy sorprendente Foz de Paraya, al S. de Casomera (Aller), garganta sumamente estrecha que desciende 300 m. á plomo en más de 500 de longitud; el escobio de Peñanes, entre Argame y Santa Eulalia de Morcín; las hoces de Caranga, sobre el río Trubia, al S. de Proaza, y otras muchas que sería excesivamente prolijo enumerar.

El aspecto general del hullero es menos riscoso que el de la caliza carbonífera, sin que por eso deje de ser montañoso todo el país, surcado por profundos y estrechos valles de rápidas laderas.

Asturias.

Próximamente la mitad de la gran mancha carbonífera de la Península, cuya principal importancia radica en Asturias, corresponde al tramo inferior del sistema, comunmente llamado caliza de montaña ó metalífera, recortada con agudos picos blanquecinos. Así se observa en las sierras de Sobia y Teberga; la peña del Gorrión, en Quirós; las de Caranga y Tene, entre este valle y Proaza; en el Lanza, al N. de Olloniego; la peña Avis, Cellagún y Priorio; sobre las Caldas de Oviedo, la ladera N. del Naranco; las montañas de Agüería, al S. de Lena y Quirós, del Aramo, entre Quirós y Riosa, y otras menos salientes del centro de la provincia. En la mitad oriental de

(1) *Descrip. geol. de Asturias*, pág. 88.

ésta la roca predominante es la caliza carbonífera, que desde la sierra de Peñamayor se prolonga hasta los elevados Picos de Europa, ocupando la mayor parte de los concejos de Sobrescobio, Caso, Ponga, Amieva, Cangas, Rivadesella, Onís, Cabrales, Peñamellera y Llanes, con una superficie que no baja de 1200 km. cuadrados.

Tocante á su composición, hace tiempo distinguió Paillette [1] dos variedades principales: las arcillosas y arcillo-ferruginosas, que suelen ser fosilíferas, y las dolomíticas, en las cuales fueron destruídos ó muy borrados los restos orgánicos. Entre las muy puras, se citan las de Brañotas, Riospaso y el Aramo, que tienen de 96 á 99 por 100 de carbonato de cal, completando el resto exiguas proporciones de materias bituminosas, carbonato de magnesia, óxidos de hierro y de manganeso.

Las de las gargantas ó *foces* se distinguen de las correspondientes al tramo de Lena por la desagregación más completa de los restos orgánicos constituyentes; por la concreción más avanzada de su calcita, según se observa en los bancos oolíticos de Caso y del Puente de Demués, y por los cristales de dolomía y de cuarzo que contienen. Alternan con ellas bancos de dolomía casi pura, sacarina ó granuda, con una proporción de 42 á 44 por 100 de carbonato de magnesia, de 49 á 55 de carbonato de cal, entre 1 y 5 de residuo arcillo-sabuloso, y hasta el 6 por 100 en algunas de óxidos de hierro y manganeso, según se observa en las Brañotas de la Grandota, en Bizarrera, en Laviana, etc. Estas dolomías proceden de calizas ordinarias completamente alteradas después de su sedimentación, pues suelen encerrar artejos de crinoides y otros fósiles dolomitizados. Varían mucho en su espesor, observándose que en Cabo Prieto, Arnielles y otros puntos del E. de Asturias es aquél mucho mayor y más extenso que en el resto de la provincia. Se atribuye este metamorfismo á manantiales magnesianos que se infiltraron irregularmente entre las capas, empapando sus aguas, de preferencia,

(1) *Bull. Soc. géol. France*, 2.ª serie, tomo II.

aquéllas que á la sazón eran más porosas ó más fáciles de descomponer.

El mineral más interesante de las calizas carboníferas inferiores de esta región es el cuarzo, en muchos parajes tan abundante y característico, que puede suplir á la falta de fósiles para la determinación de su edad, según observó Maestre (1). Este cuarzo se ofrece en prismas exagonales apuntados por sus dos extremos, hialinos ó cenicientos, muy pequeños y hasta microscópicos, si bien algunos pasan de 2 cm. de largo.

Advierte el Sr. Barrois (2) que desde el devoniano superior se formó hulla en Asturias, pero reducida á delgados lechos irregulares, sin valor comercial, hasta el tramo de Lena inclusive. El hullero medio es muy parecido al del N. de Francia por sus especies fósiles y por sus numerosas capas, generalmente inferiores á 1 m. de espesor; mientras que el tramo de Tineo equivale al hullero superior del Loire, tanto por su flora cuanto por los ensanches irregulares de sus capas, por término medio más gruesas, pero en menor número.

Entre los tramos de Sama y de Tineo, ó sea entre el hullero medio y el superior, se produjo el mayor movimiento del suelo cantábrico; y en ninguna parte puede verse con más claridad que en Asturias la prueba del fenómeno de plegadura que dividió en dos el período hullero. Este acontecimiento no fué allí simplemente un fenómeno de ondulación, sino que á su vez las aguas del mar invadieron las comarcas occidentales (Cangas de Tineo, etc.), depositando las pudingas y las pizarras hulleras superiores. Entre el momento del pliegue del hullero medio y el cambio de posición hacia el O. de la nueva área de sedimentación ocurrieron denudaciones y transportes considerables, toda vez que las pudingas de Tineo contienen guijarros de diferentes clases, procedentes en parte de las rocas carboníferas. La existencia de ese período de denudación es otra dificultad que en Asturias se agrega á las muchas que de ordinario se ofrecen en la

(1) *Descrip. geog. Santander*, pág. 47.
(2) *Recherches sur les terr. anc. des Asturies.*

reconstitución de los límites primitivos de los antiguos depósitos.

Confirmando estas ideas, en vista de los fósiles recogidos por el mismo Barrois, el Sr. Zeiller fijó las siguientes conclusiones con escrupulosa minuciosidad (1): «Existen en Asturias los tres tramos en que se divide el hullero: el inferior ó Culm, con una sola especie, la *Diplotema distans*, Stern., se encuentra en el Cordal de Lena, y el medio está representado en toda la cuenca central y en Santofirme. Las capas de este último punto corresponden al medio propiamente dicho, ya que no al infra-medio, y las capas de Mieres, Sama, Ciaño, etc., pertenecen al subtramo supra-medio. El superior se halla representado en Tineo, Lomes, Arnao y Ferroñes, con esta distinción: los dos primeros depósitos se colocan en el subtramo infra-superior, y acaso en la parte superior de este infra, y los de Arnao y Ferroñes ocupan la cumbre del mismo subtramo, ya que no la base del subtramo superior del mismo hullero superior.»

Desde el punto de vista industrial, el Sr. Adaro considera (2) tres divisiones en el hullero de Asturias. La inferior, situada entre las calizas compactas y los conglomerados cuarcíferos, comprende una decena de capas explotables de hulla, grasa ó semi-grasa, perfectamente coquizable. La media, cuyos carbones son casi todos bastante hidrogenados, empieza por los verdaderos tipos para gas de El Villar, Samuño y Santa Rosa; sigue con los semi-grasos de la *Generala*, *Lada*, *Santa Bárbara*, San Juan, Mieres y otros, y, por fin, á los muy grasos de Polio, Turón, Riosa, parte de Aller y Quirós, terminando en los antracitosos de Quirós, Bóo, Aller y Lena. Las capas explotables de estas dos zonas son 35, á las que se agregan otras 10 de la zona caracterizadas por sus hullas, demasiado oxigenadas y no coquizables. Los carbones del hullero superior corresponden á la tercera división.

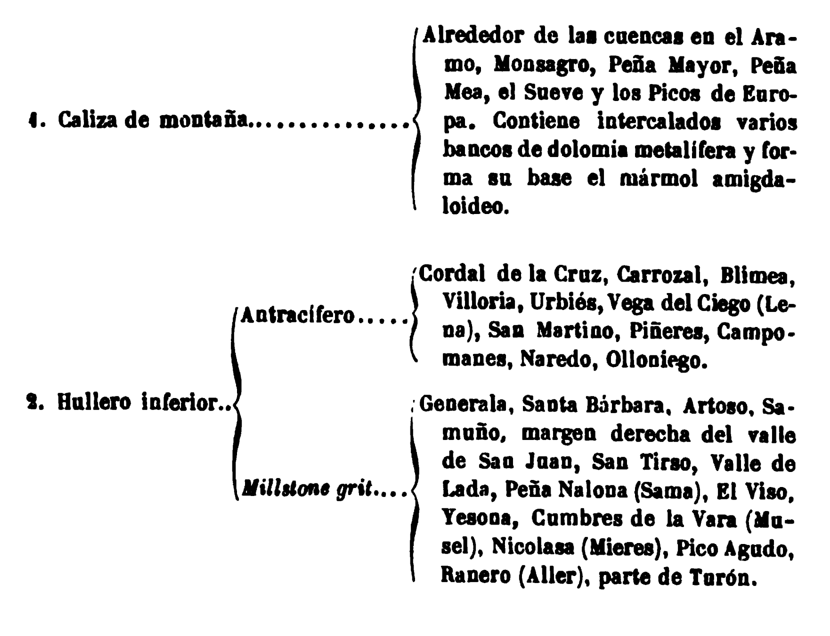
Establece el Sr. Adaro la división de los dos subtramos del hulle-

(1) *Notes sur la flore houllière des Asturies. Mem. Soc. géol. du Nord*, tomo I.

(2) *La industria siderúrgica en Asturias. Rev. Min.*, serie C, tomo III, página 160.

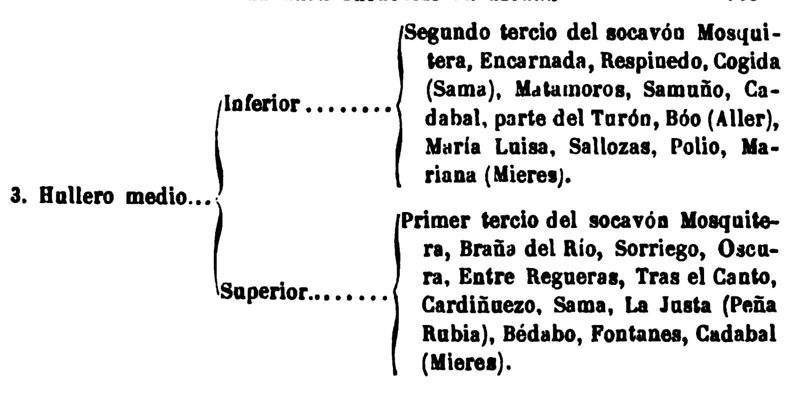
ro medio en los bancos de arkosa con grandes sigilarias y muchos *asterophyllites*, que cruzan por el Trabanquín, la cantera Fayona, Peña de Sama, Toyedo y otros puntos, así como las areniscas cuarzosas y pudingas determinan la separación del hullero medio y del *millstone grit*. Esas pudingas pasan con frecuencia á areniscas de grano grueso, perdiendo sus cantos de cuarcita; pero siempre van acompañadas por la parte superior de una arenisca arcillosa divisible en losas, con abundantes impresiones de la *Nereita carbonaria*. Tales pudingas y pizarras, así como las capas de hulla que las acompañan, constituyen el subtramo más moderno del hullero inferior, que descansan sobre el antracífero, formado de calizas con algunas capas alternantes de hulla. Estas calizas, conforme propone dicho ingeniero, pueden llamarse *carboneras*, para distinguirlas de las del tramo más inferior, ó sea la carbonífera ó de montaña.

El Sr. Oriol resume en el adjunto cuadro (1) los siguientes tramos y subtramos del carbonífero de Asturias:



1. Caliza de montaña		Alrededor de las cuencas en el Aramo, Monsagro, Peña Mayor, Peña Mea, el Sueve y los Picos de Europa. Contiene intercalados varios bancos de dolomía metalífera y forma su base el mármol amigdaloideo.
2. Hullero inferior	Antracífero	Cordal de la Cruz, Carrozal, Blimea, Villoria, Urbiés, Vega del Ciego (Lena), San Martino, Piñeres, Campomanes, Naredo, Olloniego.
	Millstone grit	Generala, Santa Bárbara, Artoso, Samuño, margen derecha del valle de San Juan, San Tirso, Valle de Lada, Peña Nalona (Sama), El Viso, Yesona, Cumbres de la Vara (Musel), Nicolasa (Mieres), Pico Agudo, Ranero (Aller), parte de Turón.

(1) *Rev. Min.*, C, tomo XII, pág. 89.



3. Hullero medio...	Inferior........	Segundo tercio del socavón Mosquitera, Encarnada, Respinedo, Cogida (Sama), Matamoros, Samuño, Cadabal, parte del Turón, Bóo (Aller), María Luisa, Sallozas, Polio, Mariana (Mieres).
	Superior........	Primer tercio del socavón Mosquitera, Braña del Río, Sorriego, Oscura, Entre Regueras, Tras el Canto, Cardiñuezo, Sama, La Justa (Peña Rubia), Bédabo, Fontanes, Cadabal (Mieres).
4. Hullero superior.................		Tineo, Arnao, Ferroñes.

Son evidentes en Asturias las variaciones de composición en las hullas, aun siguiendo una sola capa, según se marche de NE. á SO. Al NE. dominan las materias volátiles en sus hullas oxigenadas y de gran llama; los carbones del centro son hidrogenados, propios para gas, los semi-grasos de cok y los grasos de forja; más al SO. se enriquecen en carbono, se hacen de llama larga, de gran poder calorífero y pasan á antracitosos. Esta ley tiene algunas excepciones locales, y como advierte el Sr. Adaro [1], no se opone á la más general, que establece una especie de concentración carbonosa en relación con la profundidad geológica, y marca cierta dependencia entre la aplicación industrial y la edad relativa.

La distinta composición de las hullas procedentes de la misma capa y de diversas localidades sólo se explica, según el Sr. Oriol [2], por fenómenos de metamorfismo regional que afectan también á las rocas en que se hallan; y así se comprende que con muestras tomadas en diferentes puntos de las mismas capas inmediatas á las pudingas, se haya obtenido toda la escala, desde los carbones más lignitosos con 40 por 100 de materias volátiles y 16 por 100 de oxígeno, hasta los antracitosos puros. En general puede decirse que las capas que acom-

(1) *Rev. Min.*, C, tomo II, pág. 294.
(2) *Rev. Min.*, C, tomo XII, pág. 94.

pañan á las gonfolitas son secas, de llama larga, y las inmediatas á las calizas carboneras son mucho más grasas.

Según minuciosos ensayos, hace tiempo efectuados por Paillette [1], la composición de las hullas asturianas oscila entre los límites que á continuación se expresan:

	Cok.	Materias volátiles.	Cenizas.
Arnao.—Banco superior	55,100	44,90	12,60
— — medio	50.20	49,80	7,35
— — inferior	52,70	47,30	5,45
— Capa del Arco	55.20	44,80	6,53
Ferroñes.—Capa mayor	52,45	47,55	3,05
— Pozo González	52,20	47.80	2,50
— — del Aire	55,70	44,30	1,50
— Cabañas	57,20	42,80	15,00
Santo Firme.—Veta de los Alemanes	61,65	38,35	5,75
— Reguerón	58,92	41.07	2,64
— Venuca del Peñón	57,32	42,68	7,35
Rio Nora.—Pozo superior	60,25	39,75	2,47
El Picón	59,30	40,65	4,50
Olloniego.—La Espada	63,95	36,55	3,05
Tudela.—La Cueva	68,02	31,08	2,02
— Manuela	69,00	30,09	1,01
— Vallina Alta	66,00	33,09	2,05
Mieres.—Requintín	60,60	39,40	3,00
Sama.—El Horrio	58,55	41,44	4,10
— Carbonero	61,00	39,00	1,00
— Casa de Pin	57,70	42,30	2,30
— Colasa	61,00	39,00	2,90
— Nivel	59,70	40.30	1,20
— Rebollo	57,74	42,26	0,39
— Carboneruco	58,42	41,58	2,50
— Señorita	60,40	39,60	1,40
— Serradero	54,60	45,40	1,15
— Los Amigos	55,84	44,19	3,10
Carbayín.—Payona	55,72	44,28	0,49
Venta de la Cruz.—Tejeras	56,60	43,40	1.40
Lleres.—Las Cuadrillas	59,60	40,40	1,40
Torazo.—Sin nombre	77,00	23,00	1,60
Viñón.—Varias capas	85,17	14,38	4,31
Colunga.—Capa de la Vaca	90,10	9,90	6,00
— — de la Torre	89,32	10,67	5,65
Sotiello.—Capa de la Riega	75,44	33,00	5,20
— — de Monés	67,00	30,00	8,50
Nueva.—Ronciello	70,00	30,00	7,53
Arenas de Cabrales.—Val de la Barca	68,00	32,00	9,95

(1) *Bull. Soc. géol. France*, 2.ª serie, tomo II, pág. 456.

CUENCA HULLERA CENTRAL.—Ocupa gran parte del centro de la provincia la cuenca hullera más importante de la Península, industrialmente dividida en otras varias secundarias que designaré con el nombre de *grupos*. Abarca una extensión de 800 km. cuadrados; está surcada por el Nalón en su tercio oriental, por el Caudal en su tercio occidental; se alza en su centro el pico Polio, uno de sus puntos más elevados, rodeándole cumbres mucho más altas de caliza carbonífera: por el O. (Aramo, 1.680), por el SE. (Peña Mea, 835) y por el NE. (Peñamayor). En totalidad ó en parte comprende los concejos de Pola de Lena, Aller, Riosa, Morcín, Mieres, Tudela, Langreo, Bimenes, Rey Aurelio, Siero, Nava y Pola de Laviana.

Tres valles principales la atraviesan según dos direcciones casi perpendiculares: el del Lena y del Caudal, dirigido N. á S. en la Pola y Mieres, que tuerce después al NO.; el del Nalón, que penetra en aquélla en el concejo de Laviana, atraviesa su parte septentrional dirigido al N.NE., pasa por Langreo y sale en Tudela, y el de Aller, paralelo al anterior, á algunos kilómetros al NE. de Pola de Lena.

La masa de montañas comprendidas entre los valles del Nalón y del Caudal está surcada por numerosos valles secundarios, tales como los del Turón y San Juan, afluentes del segundo, alineados al O., y los de Lada, Sama y Samuño, que terminan en el primero. Al NO. de Sama acaba en la derecha del Nalón el secundario del Candín, que sirve de límite á las capas muy levantadas del hullero y á las menos inclinadas del trías y la creta.

Esos valles cortan casi siempre perpendicular ú oblicuamente la dirección de los estratos. Entre Pola de Lena y Mieres éstos siguen proximamente la dirección del meridiano, cortando el eje del valle con un ángulo muy agudo en las cercanías de Ujo, oscilando aquélla entre N. 10° E. y N. 40° E., manteniéndose entre 10 y 15° en el valle del Candín; pero en el valle de Turón, por la vertiente de Longalendo, se doblan en ángulo recto las capas ajustadas al rumbo O. 18° N., que coincide con el general de la cordillera cantabro-pirenáica. La alineación E. 10° N. es, sin embargo, la predominante entre los valles de San Juan y del Nalón, como se puede comprobar

en las minas á la orilla izquierda del Caudal frente á Mieres, en las areniscas cinabríferas de la Peña, en las inmediaciones de Sama de Langreo á la izquierda del Nalón, etc.

«Prescindiendo de infinitas alteraciones secundarias y de numerosos plieguecillos parciales, agrega el Sr. Grand (1), las direcciones de las capas, casi siempre muy levantadas, se acomodan á dos líneas principales: una N.NE. á S.SO., especial en la parte meridional, y otra de E. á O., con diversas oscilaciones de algunos grados más al N. ó más al S., aproximada á la general de la cordillera.»

Los cambios de inclinación se suceden muy repetidos. Así, por ejemplo, en las dos primeras leguas del valle de Aller, á partir de la cordillera principal hasta Collanzo, contó Schulz siete, buzando tres veces al N.NO., tres al S.SO. y presentándose verticales en otro trecho intermedio. En la entrada del mismo valle, desde Santa Cruz á Moreda, tres secciones inclinan al E.SE. y cuatro al O.NO., buzamiento que se mantiene más de 2 km. por encima de Moreda. Las mismas variaciones se observan en el valle del Nalón, pues en las dos leguas que median entre Pola de Laviana y Sama se encuentran otras siete; «y teniendo en cuenta, agrega Schulz (2), el fraccionamiento del terreno, cuyas diversas secciones aparecen de canto yustapuestas, estimando en 70 los afloramientos de carbón contados en dichas dos leguas, bastaría que antes de segmentarse y replegarse la cuenca primitiva hubiera una serie de 10 capas de hulla para que hoy aparezcan 70, sin que sea posible designar cuáles fuesen las primeras ó las últimas.»

»En ciertos puntos, sin embargo, aclara el Sr. Grand, los bancos se plegaron sin desgarrarse, y en cierto modo se pueden seguir sus ondulaciones y determinar sus relaciones. Es lo que sucede en la parte occidental del valle de Aller, donde se nota un arco de levantamiento marcado en las pudingas y areniscas alternantes de más de un km. de largo, al que siguen otros pliegues de menor importan-

(1) *Etude sur le bassin houiller des Asturies*, pág. 17.
(2) *Des. geol. de Asturias*, pág. 72.

cia, los cuales sólo afectaron una parte de las capas sobrepuestas, pero sin mostrarse el hullero en todo su espesor.»

Como al E. de Moreda las pizarras y areniscas alternantes con capas de hulla y algunas calizas intercaladas inclinan término medio 70° sin cambio de buzamiento en más de 2 km., resulta un espesor mínimo de 1900 m. Este sistema de capas es independiente del de la entrada del valle, sobrepuesto á las pudingas de Santa Cruz, porque en las ondulaciones del terreno que las cubre no reaparecen los bancos que asoman entre Moreda y Piñeres, y cuyo conjunto está caracterizado por las calizas arcillosas de Loyanco y Miciegos. «Por otra parte, agrega dicho Ingeniero, conforme á lo observado en otras cuencas, debemos suponer que las pudingas de Santa Cruz señalan el horizonte inferior de la formación, cuyas capas, levantadas entre Moreda y Piñeres, representarían á su vez la parte superior; y si así fuese, se sumaría un espesor de 3000 m.» Pero es preciso, ante todo, que el estudio de los otros valles confirme estas suposiciones, fijando previamente las relaciones de las capas de todos, y determinando si las de Mieres, Candín y el Nalón son prolongaciones de aquéllas ó forman un grupo independiente, para lo cual se necesitan muchas observaciones todavía no compendiadas ni aclaradas. Tomando por términos de comparación los dos valles de Aller y del Nalón, que cruzan normalmente á los estratos y son fáciles de recorrer, se llegarán á establecer las analogías y diferencias precisas, eligiendo las capas que sirvan de base á estas investigaciones.

Desde luego, las del valle del Candín son prolongación occidental de las de la izquierda del Nalón, entre los valles de Lada y Sama; y se puede afirmar que algunas de ellas atraviesan la cuenca central en toda su longitud de SO. á NE., describiendo una curva cuya convexidad mira al NO., á juzgar por la primera faja de pudinga, á la cual se ajustan las areniscas y capas de carbón que la acompañan en el valle de Lena. Aunque la distancia que separa la hulla de la pudinga vaya en aumento á medida que nos acercamos á Sama, ningún accidente estratigráfico hace suponer que la continuidad de este conjunto de capas deje de ser completo en toda la cuenca. Así, por ejem-

plo, la que aflora al E. del segundo banco de pudinga, frente á Sanriello, acompañada de otra de pizarra cuajada de restos de *Spirifer mosquensis*, debe ser la misma que, con idéntica pizarra y con abundancia de la misma especie, se explotó con el nombre de *Leona*, á izquierda del Nalón, cerca de un afloramiento de la misma pudinga, alineado al O. 10° N. Las mismas capas atraviesan en parte el valle de San Juan, formando un haz compacto inmediato á la pudinga de Ranero, y el sentido de su buzamiento indica que esta última está sobrepuesta á aquéllas, si bien pudiera suponerse que todo el sistema sufrió una de tantas inversiones tan frecuentes en Asturias.

La alineación O. 10° N. es igualmente la general ó predominante en las capas que cruzan el Caudal, encima de Mieres, y la del primer banco de pudinga que sigue el límite septentrional de la cuenca, desde La Foz á Tudela. Si un corte perpendicular á esa dirección entre el valle del Nalón cerca de Tudela, y el de Samuño al SE. de Sama, confirmase la suposición deducida de tal paralelismo en cuanto á la concordancia estratigráfica, resultaría el hullero en esa parte con un espesor muy considerable.

Estas no son todavía más que conjeturas que podrían transformarse en realidades cuando se haga un estudio escrupuloso, acompañado de planos y cortes de detalle, y el examen exacto de los diversos bancos de pudingas y calizas que se intercalan entre los otros elementos menos salientes del sistema, será de mucho interés respecto á su situación efectiva con relación al conjunto. «¿Representan ó no la base de la formación los conglomerados del límite septentrional de la cuenca?—pregunta el Sr. Grand.—¿Son independientes y determinan, por lo tanto, otro tramo las dos capas de pudinga que cruzan oblicuamente á aquélla desde Sanriello hasta por encima de Sama, así como los bancos más potentes que atraviesan el valle de Aller al E. de Santa Cruz? Estos son problemas todavía no resueltos; pero un hecho cierto es que el pliegue de las pudingas resultó de un levantamiento que desgarró y separó las hiladas superiores. Obsérvese también que la línea trazada desde Santa Cruz al extremo del valle de Samuño, donde desaparecen las pudingas, se arrumba al E. 10° N.,

que es la dirección media de los estratos en la parte septentrional de la cuenca, y por esa línea debe sentarse la base de trabajos para resolver definitivamente la cuestión de que tratamos.»

En resumen: se puede afirmar como hechos seguros que ciertas capas, no todas, se prolongan en toda la extensión de la cuenca central; que esta continuidad se interrumpe en el centro y al SE. por el levantamiento que acusan las pudingas de Santa Cruz; que á consecuencia de este levantamiento resultó una complicación tal en la situación de estas capas desgarradas, á trechos invertidas, que no es posible determinar de un modo exacto su orden de sobreposición y restablecer su continuidad sin un estudio muy escrupuloso, y hasta que éste no se haya practicado, será imposible fijar de un modo seguro el espesor medio de la formación.

Por ahora todavía se halla muy atrasado el conocimiento de las cuencas asturianas para poder aventurar una cifra, siquiera sea toscamente aproximada, de su riqueza; y desde luego hay que rechazar los cálculos, á todas luces exagerados, que hace tiempo adelantó Virlet d'Aoust (1), basados en observaciones superficiales, pero no en trabajos subterráneos. Con este motivo, agrega el Sr. Barrois (2) que levantado el hullero medio al mismo tiempo que la hilada de Lena, sobre la cual se apoya alrededor de toda la cuenca, acusan los estratos grandes dislocaciones, muchas casi indescifrables, pues por tan apretados montes faltan grandes masas de areniscas ó de calizas que, destacadas entre las pizarras, sirviesen de jalones de referencia. La descomposición y desagregación superficial de las rocas, y la lozana vegetación del país, dificultan mucho también su examen estratigráfico, y únicamente el estudio comparado de los trabajos profundos de las minas, basados en los planos de todas ellas, servirían de fundamento sólido para averiguar la riqueza efectiva. Fácilmente se comprenden las dificultades con que tropezaría cualquier geólogo que solicitase los datos necesarios de las Sociedades explotadoras, no todas

(1) *Mem. Soc. Ing. Civils*, 1874, pág. 311.
(2) *Recherches sur les terr. anc.*, pág. 552.

enteramente dispuestas á suministrarlos ni oficial ni privadamente.

En la fig. 12 se reproduce simplificado el corte geológico trazado por Schulz desde El Pando de Olloniego hasta el Puerto de Pajares, á P. del cual el hullero se destaca por una falla de las pizarrillas devonianas, 2, y de las areniscas y cuarcitas infrayacentes, 1, que también limitan al carbonífero en el extremo opuesto, junto al Castillo de Tudela y cerca de Olloniego. Entre Pola de Lena y Pajares las calizas, 3, repetidas veces plegadas, se intercalan entre las areniscas, 5, y las pizarras, 6, del hullero inferior. Entre el Aller y el Nalón varias fajas de pudingas, 4, así como numerosas capas de carbón alternan con las samitas, 7, y las pizarras arcillo-carbonosas, 8, del hullero medio, diversamente dobladas en diferente anticlinales y sinclinales.

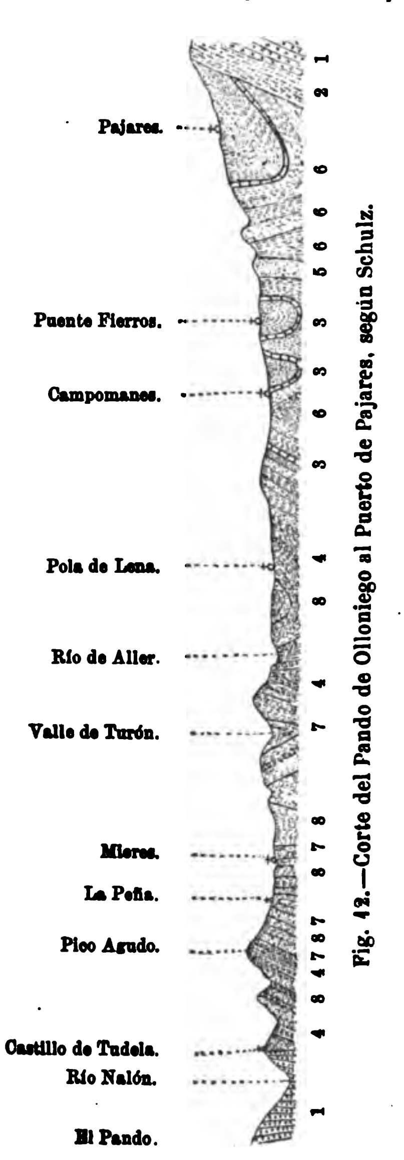


Fig. 12.—Corte del Pando de Olloniego al Puerto de Pajares, según Schulz.

En esta cuenca, como en otras muchas, el carácter petrológico que más se destaca es el de sus cordones ó fajas de conglomerados que encajan entre sus estratos. Tres son las principales. La más potente, pues sus anchos varían de 300 á 1000 m., comprendiendo algunas pizarras, areniscas y aun capas de hulla interpuestas, comienza al O.

de Riosa y Morcín; pasa por la aldea de Foz; cruza al E. por Loredo y Tudela, ocultándose en el trías junto á Riaño de Langreo, después de atravesar casi normalmente el valle del Caudal, más arriba de Mieres. Con estos conglomerados cuarzosos alternan lechos de gonfolita por su parte septentrional.

Del pico Ranero, al E. de la Pola de Lena, en el límite meridional de la parte rica, arranca la segunda faja mucho más estrecha, pues se reduce á dos bancos distintos con el espesor total de 3 á 30 metros, cuya separación va en aumento á medida que avanza más al N., abarcando dos capas delgadas de carbón. Atraviesan el río Lena junto á la fábrica de Bárcena con la dirección N. 30° E.; le cruzan de nuevo frente á la desembocadura del Aller, de donde cortan á los valles de Turón y de San Juan, rematando por encima de Sama con el rumbo E. 10° N.

La tercera zona, sita más al S., se compone de tres bancos separados por otros de arenisca que se arquean á través del valle de Aller, atraviesan al E. de la aldea de Santa Cruz, siguen entre Turón y Urbiés, después á Langreo y terminan en lo alto del de Samuño.

Algunos bancos de gonfolita sobresalen además en Langreo por la parte de Ciaño, donde se encuentran tres poco distantes entre sí con algunos restos fósiles, intercalándose capas de hulla casi alineadas N. á S., que pasan oblicuas el valle del Candín. Otro banco más pequeño existe cerca de Linares, y en la subida de Turiellos á la loma de San Justo por Campo la Carrera, asoman otros dos formados de cantos pequeños de caliza.

Es regla general que los espesores de las capas de hulla de una cuenca estén en proporción inversa de su número; y así, mientras en el Norte de Francia, en Bélgica y en Wesfalia se cuentan de 50 á 110 con gruesos que oscilan de 0,50 á 0,70, las cuencas del Loira y del Saona y Loira sólo tienen 25 y 10 respectivamente, con potencias de 10 á 40 m. La misma regla es aplicable á Asturias, cuyas capas de carbón en su mayor parte miden anchos comprendidos entre 40 y 90 cm., siendo raras las superiores á un m., si bien por excepción á la entrada del valle del Candín hay dos de 2 á 2,50; en Turón

una de 2,10, y en Aller varias que alcanzan el promedio de 1,50.

Suelen agruparse muy próximas entre sí en fajas paralelas separadas por otras estériles, sin haberse precisado su número; más aún admitiendo que las observaciones ulteriores confirmen la identidad de las de Turón y de Aller con las de Sama y de Mieres, se puede afirmar que aquél es bastante considerable. La transversal de la Mosquitera, en el valle del Candín, prolongada hasta el de San Andrés en una longitud de 3500 m., debe cortar 70; pero los cambios de buzamiento que se notan en sus dos extremos indican que se pliegan en figura de comba y se reducen á 35. En el Turón se reconocen 80 afloramientos; pero deben repetirse las capas dos ó tres veces por lo menos, y en igual caso deben estar las 40 que en una longitud de 2 km. se reconocen en el valle de Aller por la parte de Moreda.

En su conjunto la mayor parte de la cuenca corresponde al hullero medio, según lo justifican las siguientes especies encontradas:

A.—*Calamites tenuistriatus*, Stern.—Mieres.

A.—*C. approximatus*, Schlot.—Mieres, Langreo.

A.—*C. pachiderma*, Brong.—Aller, Langreo, Mieres.

B.—*C. Suckowi*, Brong.—Langreo, Mieres, Bimenes, Laviana, Riosa, Turón, el Sotón, Puente de San Andrés, al SE. de Olloniego.

B.—*C. Cistii*, Brong.—Mieres, Langreo, Riosa, Aller, Turón.

A.—*Calamocladus longifolius*, Brong.—Mieres y Vallina de Sotrondio.

A.—*C. equisetiformis*, Schlot. sp.—Mieres, Sama, Ciaño.

A.—*C. grandis*, Stern.—Mieres, Langreo y Riosa.

A.—*Sphenophyllum Schlotheimii*, Brong.—Mieres.

A.—*S. emarginatum*, Brong.—Langreo, Mieres, Mosquitera.

A.—*S. erosum*, Lind.—Langreo, Mieres.

A.—*Annularia microphylla*, Sav.—Santa Ana.

B.—*A. sphenophylloides*, Zenk. sp.—Sama, Mieres.

B.—*A. longifolia*, Brong.—Mieres, Langreo.

A.—*Sphenopteris trifoliata*, Brong.—Mieres.

A.—*S. formosa*, Gutb.—Sama de Langreo.

A.—*Mariopteris latifolia*, Brong.—Ciaño, Mieres.

A.—*Neuropteris gigantea*, Stern.—Mieres, Aller, Langreo, Riosa.

A.—*N. tenuifolia*, Schlot.—Sama, Ciaño, Santa Ana.

A.—*N. heterophylla*, Brong.—Sama, Ciaño.

B.—*N. Scheuchzeri*, Hoff.—Felguera, Sama, Ciaño.

B.—*N. flexuosa*, Stern.—Langreo, Mieres.

A.—*Pecopteris abbreviata*, Brong.—Sama, Ciaño.

B.—*P. arborescens*, Schl.—Sama, Ciaño, Forcada, Vallina de Sotrondio, Mieres, Riosa.

B.—*P. Miltoni*, Artis.—Mieres.

C.—*P. unita*, Brong.—Mieres, Olloniego.

C.—*P. dentata*, Brong.—Ciaño, Santa Ana.

A.—*Alethopteris Serlii*, Brong.—Langreo, Mieres, Riosa.

A.—*A. lonchitica*, Brong.—Mieres, Sama.

A.—*Dictyopteris sub-Brongniarti*, Grand'Eury.—Mieres, Langreo.

C.—*D. Brongniarti*, Gutb.—¿Vallina de Sotrondio, San Martín de Rey Aurelio, Mieres y Langreo?

A.—*D. Hoffmanni*, Roem.—Mieres.

C.—*Caulopteris Phillipsi*, Lind.—Mieres?

A.—*Lepidodendron aculeatum*, Sternb.—Mieres, Langreo.

A.—*L. longifolium*, Brong.—Mieres.

A.—*L. crenatum*, Stern.—Mieres.

B.—*L. dichotomum*, Sternb.—Mieres, Aller, Langreo, Bimenes, San Martín de Rey Aurelio, Riosa.

A.—*Ulodendron punctatum*, Lind. et Hult.—Mieres.

A.—*Lepidophloios laricinus*, Stern.—Mieres.

A.—*Sigillaria Dournaisii*, Brong.—Langreo.

A.—*S. mammillaris*, Brong.—Langreo, Mieres.

A.—*S. Utscheinederi*, Brong.—Sama.

A.—*S. Saullii*, Brong.—Mieres, Ciaño.

A.—*S. Candollei*, Brong.—Mieres.

A.—*S. Schlotheimi*, Brong.—Mieres, Riosa, Langreo.

A.—*S. Cortei*, Brong.—Mieres.

A.—*S. angusta*, Brong.—Mieres, Lena, Aller, Langreo.

A.—*S. contracta*, Brong.—Mieres?

A.—*S. intermedia*, Brong.—Mieres, Langreo.

B.—*S. tessellata*, Brong.—Mieres, Riosa, Langreo.

B.—*S. elegans*, Stern.—Mieres, Aller, Langreo.

B.—*Stigmaria ficoides*, Brong.—Mieres, Aller, Riosa, Langreo y San Martín de Rey Aurelio.

B.—*Pycnophyllum borasifolium*, Stern.—Mieres.

Solamente cuatro de estas 53 especies, las precedidas de una C, corresponden al hullero superior; 14 marcadas con una B son de las que suelen hallarse en este tramo y en el medio, el cual está más claramente determinado con las 35 restantes, señaladas con una A.

Estos datos paleontológicos no son suficientes para reconocer si las capas explotadas en diversos puntos son rigurosamente contemporáneas, ó si hay diferencias de edad secundarias. Es posible que las de Mieres, donde abundan las sigilarias, sean un poco más antiguas que las de Sama y Ciaño; pero para afirmarlo, hacen falta estudios detallados y exactos de la flora de las diversas localidades.

Los carbones de esta cuenca tienen fama de ser los mejores de España, y así lo acreditan los centenares de ensayos que de ellos se han hecho desde hace más de medio siglo.

El término medio de la composición y del cok por 100 de varios ensayados en el Ferrol en 1877, arroja los datos siguientes:

PROCEDENCIA	Carbono.	Cenizas.	Materias volátiles.	Cok.
Sama.	56,48	2,58	40,95	59,34
Siero.	56,01	4,73	42,28	57,74
Mieres.	62,42	2,43	35,24	65,26
Olloniego.	59,87	2,79	37,33	62,66
Lena.	64,19	3,26	32,04	67,46

Considerados industrialmente, en resumen, los carbones de Riosa, sumamente grasos, son muy aptos para fraguas y también rinden un cok inmejorable; los valles de Mieres, San Juan, Turón, Aller y afluentes, constituyen la zona hullera más rica en combustibles metalúrgicos, oscilando del 60 al 70 su rendimiento de cok en hornos, y las variedades para forja y vapor no son tan coherentes como las de Langreo. En los valles de Villar y Samuño se explotan las capas más ricas en substancias volátiles hidro-carburadas, principalmente las del grupo de *María Luisa*, cuyo carbón grueso rinde 50 m. cúbicos por 100 kg. Variando entre los semigrasos y secos, los carbones

de Langreo son de fácil combustión, de llama larga y sostenida, muy propios para hornos de afino y forja, especialmente ricos en oxígeno los del valle del Candín. En cambio, el cok que resulta es menos denso y potente que el de Mieres.

Ensayadas por el Sr. Adaro (1) varias muestras de carbón graso, sus proporciones de gases, cenizas y cok varían entre los siguientes límites:

	Gases.	Cenizas.	Cok.
Mieres	29,15 á 31,25	1,15 á 2,82	68,75 á 69,95
Laviana	26,89 á 32,15	3,12 á 6,20	67,85 á 72,99
Agüeria del Villar	34,30 á 36,75	2,76 á 3,15	63,25 á 65,70
Samuño	34,30 á 39,80	2,50 á 4,00	60,20 á 65,70
Lada	32,50 á 34,10	1,52 á 3,00	65,90 á 67,50
Aller	19,10 á 30,70	2,54 á 5,00	69,90 á 80,90
Turón	16,80 á 18,38	1,16 á 5,45	80,45 á 82,63

En el cuadro de la página siguiente se consignan los resultados de las experiencias comparativas hechas en el arsenal del Ferrol en 1877, respecto á las cualidades de diferentes hullas asturianas y los dos tipos ingleses más comunes de Cardiff y Newcastle.

Grupo de Lena.—El interés principal del hullero inferior de las cerranías de Lena consiste en mostrar la composición de este tramo, formado de pizarras y samitas con vegetales y lechos carbonosos, alternantes con otros de calizas de 5 á 10 m. de espesor. Los trastornos estratigráficos son tan grandes, que es muy difícil explicarse la sucesión detallada de las capas.

Al O. de la Pola de Lena, sobre la caliza arcillosa azulada obscura, inclinada 80° SO., se apoyan sucesivamente grauwackas, samitas, calizas amarillas dolomíticas, y después pizarras, grauwackas y samitas con impresiones vegetales que se tuercen con poca inclinación al E. La misma alternancia con varios pliegues se sucede en Piedracea y Tablado, cuyas calizas contienen *Productus aculeatus, Chonetes variolata, Spirifer striatus y Orthis Michelini.* Esta última especie

(1) *La industria siderúrgica de Asturias. Rev. Min.*, C, tomo III, pág. 161.

MINAS	Agua absorbida en 24 horas por 100.	Agua y gases desalojados á 100° por 100.	Densidad media.	Litros de agua evaporados por kilogramo.	Cenizas por 100.	Carbonilla por 100.	Escorias por 100.	Hollines por 100.
Turón	0,47	0,70	1,29	10,11	0,85	6,09	0,87	0,47
Severa	0,70	2,93	1,27	9,38	1,16	8,73	0,14	0,40
Santa Cruz	0,75	0,88	1,28	9,14	1,49	9,11	0,97	0,49
Figaredo (Mieres)	0,60	2,06	1,21	9,14	1,49	9,11	0,97	0,53
Prevenida	0,40	1,76	1,30	9,14	1,68	8,17	0,50	0,71
Cogida	0,88	1,46	1,26	9,06	1,49	8,36	0,07	0,42
Imperial (Langreo)	0,28	2,38	1,26	9,05	1,94	9,22	1,07	0,47
María Luisa (Langreo)	0,50	1,88	1,24	8,90	2,17	7,52	0,01	0,59
Turca	0,65	0,75	1,31	8,83	1,44	6,21	0,65	0,70
Santa Ana (Langreo)	0,57	2,06	1,32	8,67	1,59	8,66	0,40	0,37
Candín	1,26	2,51	1,28	8,51	1,86	9,30	0,82	0,40
Zagala	0,78	1,72	1,26	8,36	1,24	9,38	0,29	0,33
Mosquitera	0,77	2,76	1,29	8,27	1,34	8,61	0,03	0,30
San Martín	1,00	2,30	1,25	8,08	1,79	7,89	0,17	0,44
La Moral	1,82	2,40	1,27	7,86	1,68	6,15	0,40	0,34
Esperanza	0,50	2,05	1,29	7,79	1,28	8,59	0,36	0,40
Manuela	0,58	2,22	1,25	7,50	1,40	6,83	2,63	0,53
Entrego	0,48	0,31	1,26	7,36	1,84	6,36	2,42	0,49
Newcastle	0,80	4,46	1,22	7,13	0,72	7,19	2,59	0,86
Cardiff	0,50	0,92	1,22	9,83	1,49	13,02	2,98	0,86

se muestra también en las calizas repetidas veces plegadas y alternantes con las citadas rocas detríticas que contienen calamites y helechos en el Cordal de Lena y en la bajada de este serrijón á Villar, entre esos vegetales el *Diplothmena distans*, Stern. sp., característico del Culm. Entre Villar y Cienfuegos se penetra en el hullero medio con capas de carbón, prolongación de las de la cuenca de Quirós, predominando su buzamiento al NE.

Siguiendo la carretera general desde Pola á Pajares, se cruza una gran zona del hullero inferior. San Félix está en el límite de este tramo con el medio, inclinando al O. sus pizarras y areniscas, entre las cuales se intercala cerca de Barraca una faja de 20 m. de caliza azulada. En Pola de Lena las pizarras y areniscas inclinan 30° N. y 20° O.; en Vega del Ciego tuercen su buzamiento al NE., y le tienen occidental, con intercalaciones de caliza y lechos carbonosos, en Vega del Rey, Caseta y Campomanes. Conservan este buzamiento hasta pasado Renueva, bajo cuyo pueblo se doblan en un anticlinal hasta Puentes, manteniéndose igual alternación de calizas en fajas delgadas con las otras rocas en Veguellina, Muela, Entrabandos, Romia y Posadorio, viéndose nódulos de siderosa entre las pizarras y delgados lechos de caliza del último pueblo. Las areniscas y pizarras bastas que se extienden más al S. hasta Pajares, contienen *Calamites* y presentan variables inclinaciones. Entre Pajares y la Fuente de la Vieja también alternan las pizarras y los lechos de calizas hasta el límite de la provincia, donde terminan contra una espesa masa de areniscas blanquecinas. Casi todas las hullas de este grupo son demasiado secas, y por efecto de las grandes dislocaciones inmediatas al Aramo, es muy frecuente que sus capas ensanchen y se corten en bolsadas irregulares.

Al N. de la Pola de Lena comienza el hullero medio ó rico, en una línea que une á Muñón y San Feliz, pasando de las calizas señaladas en Barraca á las pizarras y areniscas de grano basto que se muestran desde Vega. En Villayana buzan al O., con lechos de carbón, *calamites* y *stigmaria;* entre Sovilla y Ujo aflora con esas rocas una marga pizarreña rica en fósiles marinos, entre los cuales se han hallado

Zaphrentis patula, Poteriocrinus crassus, Productus cora, P. semireticulatus, Chonetes variolata, Ch. Hardrensis, Spirifer glaber, S. cristatus, S. striatus, Aulacorhynchus Davidsoni, Orthis Michelini, Streptorhynchus aracnoidea, Rhynchonella pleurodon, Bakevellia ceratophaga, Astarte subovalis, Straparollus Dionysii, Bellerophon hiulcus, etc., etc.

Estas capas fosilíferas, alternantes con pudingas cuarzosas, corresponden al hullero inferior ó tramo de Lena, según el Sr. Barrois, saliendo á luz á causa de un pliegue anticlinal oblicuo, que hace que todos los bancos buzen al O. hasta Santullano, en cuyo punto las pizarras negras con crinoides alternan con areniscas y pizarras; y más allá entra de nuevo el tramo medio con capas de carbón, de 10 á 60 cm. de espesor.

Alrededor del Arauco los pliegues y contorsiones de las capas son tan multiplicados, que en Muñón Cimero y Muñón Fondero sus direcciones cambian á cado paso, si bien se acomodan en conjunto al N. 15° E. A la derecha del Lena la marcha de aquéllas es mucho más regular, desviándose más suavemente de la alineación N.NO. que tienen en Colombiello, á la N.NE. de San Feliz, y, por fin, á la NE. que señalan en Carabanzo.

Grupos de Aller.—Siguiendo el valle del Aller, se atraviesa una serie de capas distintas de las del Caudal, pues están situadas más al SE. En conjunto inclinan al NO., aunque oscilando del N.NO. al S.SE. á causa de ondulaciones repetidas. Carabanzo está situado en el vértice de una V muy aguda sobre la derecha del río, por cima de Santa Cruz; las pudingas silíceas del hullero inferior marcan en Pedroso un pliegue anticlinal que se dibuja en la figura 12, y al S. de él afloran de nuevo las pizarras, areniscas y capas de carbón del hullero medio de la cuenca sinclinal de Moreda, que descansa al S., entre Piñeres y Soto, sobre el inferior, á su vez apoyado sobre la caliza.

Según Virlet d'Aoust [1], al E. de Moreda se puede seguir en más de 2 km. la estratificación uniforme y concordante del sistema, in-

(1) *Rapport sur les concessions houillères de Moreda.*

tercalándose en Loyanco y Miciego algunos lechos calizos entre las areniscas y pizarras con capas de hulla. Teniendo en cuenta que la inclinación media es de 70°, supuso dicho Ingeniero, para el hullero de este valle, un espesor de 1900 m., comprendiendo 80 capas con una potencia superior á 40 m.; datos que rechazó el Sr. Barrois, observando que en los doce primeros kilómetros del río Aller, desde la divisoria de la cordillera hasta Collanzo, la inclinación de los estratos cambia siete veces, y en los 16 kilómetros siguientes, desde Collanzo á Santa Cruz, hay otros seis, siendo más largos los trechos en que el buzamiento es al N.NO. que en el opuesto rumbo, según se dibuja en dicha figura 12.

Abarcan siete grupos las minas de Aller en unos cinco kilómetros de longitud. El inferior es el de la *Prevenida*, así llamada por la capa del mismo nombre, cuyo espesor más frecuente es de 0,80, si bien tiene trechos, algunos hasta de 180 m., en que esteriliza ó desaparece por fallas, siendo su inclinación media de 38° NO., á excepción de los saltos y estrecheces en que se acerca á la vertical. La capa *Mala*, así nombrada porque su carbón se deshace todo en menudo, asoma á 120 m. por bajo de la anterior, más próxima á la pudinga de la base, notándose en ambas un salto de 55 m., al que sigue un resbalamiento del carbón de 90 de longitud. En orden ascendente siguen la *Vicentera;* la *Ermita*, á 95 m. más alta; la *Cerezalina*; á 25 más; la *Inocencia*, á otros 15, y la *Bernarda*, á otros 22, la más gruesa, pues se acerca á un m. de espesor.

Estrada, la principal capa del grupo *Conveniencia*, cuyo espesor varía de 0,90 á 1^{m},10, está subdividida por tres regaduras arcillosas, una central y dos en los hastiales, sumando una caja de 1^{m},50; produce mucho gas, y su inclinación general es de 35° SE. A 14 m. de la *Estrada* encaja la *Corral*, en muchos sitios reducida á una simple guía; y sucesivamente se presentan las tres nombradas *Matonas*, poco gruesas y de carbones blandos; la *Turca*, compuesta de un lecho de 0,25 de carbón duro y de otro de 0,40 de hulla deleznable, siguiendo otras seis todavía poco exploradas.

Uno de los grupos más importantes de Aller es el de la *Legalidad*,

que en orden ascendente consta de las siguientes capas de carbón espaciadas entre sí: 16, 5, 109, 3, 60, 60 y 115 m. respectivamente; *Amigos*, de 0,60 á 1,10 de espesor, de carbón blando cuando su techo es de arenisca, y duro cuando ésta es reemplazada por pizarra; dos sin nombre; la *X*, que se aproxima á veces á menos de un metro de la siguiente, ó sea la *Ignacia*, cuyo espesor medio es de 0,45; la *Legalidad*, la *Joanón* y la *Gabriela*, esta última con gruesos que oscilan entre 0,60 y 0,80 de carbón prismático, muy propio para cok.

Al grupo anterior sucede en importancia el de *Boó*, compuesto, principalmente, de dos capas distantes entre sí 25 m., pero tendidas con 12 á 16° de inclinación, por lo cual son explotadas por tajos: la inferior buena para cok, pero sucia y deleznable; y la superior, dividida en tres lechos, uno de 0,45 de carbón muy compacto, otro de 0,35 deleznable y hojoso, y otro de 0,45 á 0,50 de carbón duro y brillante. Suman en sitios 2 m., y en cambio, á trechos, se reducen á una simple guía, aparte de varias fallas que las cruzan.

Las capas *Moreno* y *Marina*, del grupo de *Carabanzo*, inclinan 65° SE.; sus espesores se aproximan ó pasan de un metro, pero en más de un km. se hallan muy dislocadas y reducidas á bolsadas irregulares. Varían de 25 á 38° de inclinación las capas *Molino* y *Mariana*, las dos principales del grupo de este último nombre, cuyos espesores y alineación son muy desiguales, á causa de sus multiplicados trastornos estratigráficos.

Una transversal cortó en el grupo *Definitiva Montañesa* las siguientes, inclinadas de 50 á 70° NO.: tres de 0,40 á 0,45 de espesor, de carbón seco; la *Petrita*, que en sitios mide 1,20, con muro de pizarra dura y techo de arenisca, no exigiendo entibación en largos espacios; la 5.ª, de 0,60 de carbón blando y seco, así como la 6.ª, más gruesa, dividida en dos lechos por una pizarrilla carbonosa; la 7.ª, ó sea la *Manuela*, de 0,70, y la 8.ª, ó la *Princesa*, cuya potencia es de 1,80, existiendo entre ambas diferentes lechos explotables.

No hay valle en Asturias como el de Aller, donde sean más diferentes las calidades de sus carbones. El de la capa *Prevenida* tiene de 16 á 18 por 100 de materias volátiles, sólo coquiza en hornos Appolt,

produce el 70 por 100 de menudo y se prefiere para las calderas de vapor, y el de la *Mala* alcanza 8000 calorías y sólo puede dedicarse á la fabricación de aglomerados. Las hullas del grupo *Catalana* son generalmente coquizables; pero mientras la *Cerezalina* rinde el 70 por 100 de cribado y galleta, las dos terceras partes de la *Bernarda* se reducen á menudo. La *Estrada* se deshace en su mayor parte, á menudo que no coquiza, pues sólo contiene 15 por 100 de materias volátiles. Estas aumentan hasta el 24 en la llamada *Amigos*, propia para cok, así como las del grupo de Boó, cuya capa superior es de las más limpias, pues sólo deja de 2 á 3 por 100 de cenizas. Las del grupo *Definitiva Montañesa* son más secas; pero mientras unas son casi inaprovechables por sus carbones sucios y blandos, otras, como la *Manuela* y la *Princesa*, dan unas hullas muy duras.

Claramente se nota en todas estas capas la regla general de que en las inmediaciones de las fallas y grandes roturas aumenta la proporción de materias volátiles á causa de una oxigenación anormal.

Grupos del Turón.—Las Hulleras del Turón, de las más importantes de Asturias, comprenden más de 5000 hectáreas y constan de los tres nombrados *San Victor*, *San Pedro* y *Santo Tomás*, en los cuales se cortaron 26 capas con espesores variables entre 30 y 90 cm., diversamente plegadas é inclinadas, con notables diferencias de alineación, pues en el primero inclinan por término medio 48° S. 22° O.; en San Pedro 50° S. 16° O., y en Santo Tomás la pendiente oscila de 58 á 80° S. 22° E. Como sus caracteres son idénticos á los de los grupos siguientes, para evitar repeticiones véase lo que á continuación se expresa con relación á las mismas capas.

Grupo de Figaredo.—Entre el grupo de Turón y el de Aller, lindando al N. con los de Mieres, el de Figaredo consta de 499 hectáreas, de las cuales corresponden 315 al coto *Paz*. La transversal del primer nivel en 360 m. de longitud, cortó 17 capas de diferentes gruesos: las más importantes la 4.ª, de 0,60; la 8.ª, de un metro, excelente para cok, y la 12, ó sea la *Petrita*, de 0,70. La inclinación más frecuente es de 45° O.NO., fuera de los saltos en que se levantan casi verticales, y entre los más notables los de la capa 8.ª, uno de 35 m.

y otro de 30 de amplitud. Al N. de la transversal se explota la *Prevenida*, de 0,80, que por sus muchas intercalaciones de pizarra arroja poco cribado. En total, en este grupo se encuentran 33, y sus carbones, como todos los de Mieres, son ricos en materias volátiles.

Grupos de Mieres.—El pliegue anticlinal más septentrional de todos los que retuercen el hullero entre Olloniego y el Puerto de Pajares, se encuentra hacia la Peña, cuyas pizarras y areniscas inclinan al E., doblándose luego al NO. cubiertas por pizarras negras compactas con siderosa. En Rebollada contienen *sigillarias* y *calamites* y alternan con areniscas blanquecinas y capas de hulla. Algunos bancos algo calíferos de las inmediaciones de Mieres encierran *Productus semireticulatus*, *P. tenuistriatus*, *Orthis Michelini*, *O. eximia*, *Spirifer striatus*, *Bellerophon Naranjoi* y otros fósiles marinos, los cuales demuestran que la cuenca central de Asturias, como otras muchas, se fué formando al propio tiempo que se agitaba su suelo con repetidos movimientos oscilatorios y frecuentes invasiones y retiradas de las aguas.

Varios son los bancos de arenisca que tienen enclavados algunos guijarros, así como también se intercalan entre pizarras otros de grauwackas pizarreñas gris-azuladas y duras, que se explotan para losas. Algunos cantos gruesos de cuarcita blanquecina empastada en un cemento sabuloso endurecido, de la masa de pudinga que sobresale cerca de Cardao, se presentan impresionados ó abollados por el empuje de los inmediatos, observados hace tiempo por Paillette, Schulz y otros. Para explicar tales depresiones en piedras tan duras, se supuso que actuaban sobre ellas acciones químicas, juntamente con fuertes presiones y reblandecimiento de la masa; pero hay quien cree que más bien se deben á la acción incesante del aire y de la arena.

Pasada esa masa de pudinga, se llega más al N. á unas grauwackas inclinadas 40° O., asociadas hacia Padrún á pizarras y á un banco de 10 m. de pudinga caliza con trocitos de hulla de 4 á 5 mm., penetrándose de nuevo en el carbonífero rico, formado por areniscas blanquecinas alternantes con grauwackas que encierran vestigios carbonosos y pizarras carbonosas con nódulos de siderosa, *Calami-*

tes Suckowi y *Dictyopteris sub-Brongniarti*. Inclinan las capas al O. 20° N. hasta terminar en una falla contra las calizas inferiores del sistema que en Olloniego buzan al SE.

Los principales grupos del valle de Mieres son las *Corujas*, Mariana, Nicolasa y Baltasara, pertenecientes á la Fábrica, y el Peñón.

A 180 m. sobre el río, el grupo de las *Corujas*, uno de los que más tiempo llevan de explotación, tiene el socavón principal que cortó 13 capas, las dos primeras de secundario interés. A los 105 de la entrada de aquél se halla la que da nombre á este grupo, explotada enteramente á tal nivel con un metro de espesor medio, cuyo carbón, excelente para cok, rinde de 30 á 40 por 100 de cribado. A 22 m. de la anterior está la *Ortigala*, de 0,40, y entre los 50 y los 145 hay otras cuatro de secundario interés. A los 275 m. de la boca del socavón se presenta la *Zagala*, de 0,80, dividida en tres lechos, á la que siguen la *Sorpresa*, reducida á 0,30, y la *Ignacia*, de 0,50, notable por ser de las de carbón muy duro. En cambio, la *Anchona*, que está á 45 m. más adelante, apenas da cribado; pero presenta anchurones ó nudos hasta de 5 m. de espesor. La inclinación de las capas en este nivel va disminuyendo desde las primeras capas, que están casi verticales, hasta la *Anchona*, que se tiende á los 45°, siendo constante el buzamiento al E.SE.

A 180 m. más alto que el socavón general del primer nivel está el del quinto piso, que, á causa del relieve del terreno, la primera capa que cortó fué la *Anchona*, acabada de citar, cruzada por una falla á cada lado del socavón; la de la izquierda, ó sea del NE., á poco más de 100 m. de distancia. Siguiendo el socavón, á 150 m. de la *Anchona*, se halla la 13, tendida gradualmente hasta descender á 15° de inclinación, y cuyo carbón, muy duro, es propio para gas; y después de ella, á otros 70 m., se explotó sobre el río Turón, en el vallejo Pumarino, la 16, ó sea la *Carlota*, de un metro de espesor medio, quedando intermedias la 14 y 15, de menor interés.

A través del vallejo de Corujas las capas reseñadas se alínean al N. 24° E.; pero al N. de Vegalafonte, del valle de Turón, se tuercen de N. á S. con inclinaciones que no pasan de 15 á 30° O.

El grupo *Nicolasa*, á la izquierda del Caudal, radica en el valle de Conforcos, cuyas montañas tienen alturas para 13 pisos, y su primer nivel está situado á 2 $^{1}/_{2}$ km. al O. del plano inclinado de la Peña del Cuervo, por el cual se bajan los carbones á la fábrica de Mieres. Antes de la boca de la transversal se ven las pudingas de la base del hullero medio con 40 m. de grueso é inclinadas de 35 á 40º N.NO., y sobre ella se apoyan seis capas de secundario interés, en parte explotadas hace tiempo á niveles más bajos, levantándose los estratos con mayores inclinaciones. A 20 m. de dicha boca se encuentra la 7.ª, que da nombre al grupo y que en sitios mide 1,60 de carbón semi-graso y deleznable, explotada por la izquierda hasta su interrupción por falla á los 100 m.; pero que á la derecha, ó sea á Poniente, continúa cerca de 3 km. hasta los confines de las concesiones de Riosa. A los 70 m. de la 7.ª se muestra la 8.ª con 0,60 de hulla grasa, muy buena para cok, pues da poco cribado; á los 25 de la 8.ª se halla la 9.ª, con igual espesor y de carbón parecido al de la 7.ª, y sigue después la 10, de poco interés. Se halla la 11, ó sea la *Perdida*, á 125 m. de la 9.ª, y sus gruesos varían de 1 á 1,20, produciendo un carbón graso y limpio, aunque deleznable. A 42 m. de la *Perdida* está la 12, á la que sigue la 13 al poco trecho, ambas de escaso interés, y á 40 más adelante encaja la 14 con sólo 0,40 de espesor medio de carbón semi-graso, que rinde 50 por 100 de cribado.

El primer piso del grupo de la *Mariana* se halla 80 m. más alto que el valle del Caudal, y su socavación principal cortó doce capas, las tres primeras en gran parte explotadas. La 3.ª es la *Ortigala*, de 0,60, de carbón graso y duro, á 60 m. de la cual la 4.ª sólo mide 0,50 y 30 m. más adelante se halla la 5.ª, reducida á la guía. Inmediata sigue la 6,ª, subdividida por tantas velas pizarreñas que se hace inaprovechable; es de secundario interés la 7.ª, á la que sigue la *Anchona*, dividida en dos zonas: una al muro, de 0,30; otra al techo, de 0,40, separadas por otra de medio metro de pizarras. Entre uno y 3 m. de distancia sigue al muro otro lecho de 0,30 de carbón, que también se aprovecha. A 40 m. de la *Anchona* mide la 9.ª hasta

0,90, con lentejones irregulares y carbón duro, y 100 m. más adelante la 10.ª mide un metro, de carbón graso, poco duro. Es notable esta capa por sus multiplicadas inflexiones, fraccionándose en ramas sinuosas por diferentes fallas oblicuas, comprendidas entre 13 y 50 m. Inmediata á la 10 se halla la 11, que apenas llega á 0,40 y 100 m.; más adelante se encuentra la 12, de 0,80, dividida en cuatro lechos, uno de los cuales sólo produce menudo. Siguiendo la galería que las cruza, nótanse inclinaciones decrecientes desde 78° en la 3.ª hasta 25 en las tres últimas, buzando constantemente al NO. y la falla principal, que á todas las corta en el rumbo opuesto, tiene un salto de 150 m. En las labores del tercer piso se descubrió, entre las capas 9.ª y 10, otra intermedia, la *Vicenta*, de 0,40 de espesor, levantándose las tres hasta rebasar la vertical y buzar en sentido contrario, presentando la 10 en el quinto piso un lentejón que alcanza hasta 17 m. de grueso.

En el vallejo de Cadaval, afluyente del de San Juan, existe el grupo *Baltasara*, que abarca más de 2000 hectáreas, y llega por SO. hasta el pico Polio, el grupo de la *Mariana* y el valle de Turón. A partir de la pudinga de la base en la *Baltasara* se cuentan las 17 capas de la *Mariana*, que á partir desde abajo, son las siguientes: 1.ª, *Requintín*, en gran parte explotada; 2.ª, con 0,60 de espesor medio; 3.ª, la *Vieja; 4.ª*, *Zagala*, que en el grupo *Mariana* es inexplotable y en éste alcanza 0,90 de espesor medio; 5.ª, 6.ª y 7.ª, con espesores de 0,30 á 0,50; 8.ª, *Anchona*, dividida en dos lechos que miden 0,75, por una regadura de 0,30; 9.ª, *Zagala*, de 0,80, de carbón algo seco, pero duro y coquizable; 10, *Baltasara*, de un m. de potencia media y más graso; 11, *Corzas*, de 1,10, también graso; 12, *Dinorah*, de 0,45; 13, *Afán*, de igual espesor, pero de carbón más seco que las anteriores; 14, *Fortuna*, de 0,75, dividida en dos lechos por una regadura de 0,10, y graso; 15, *Desconocida*, de 0,40, dividida también por una regadura de 0,50, así como la 16, que suma 0,90, y, por fin, la 17, de 0,40, de carbón graso. En este grupo las capas se retuercen en todos sentidos, se desgarran por gran número de fallas parciales, y en sitios se tienden con menos de 30° de inclinación.

El grupo del Peñón (mina *Serpiente)*, situado entre 2 y 3 km. E.SE. de Mieres, colindante con la *Baltasara*, explota las tres capas *Dinorah*, *Afán* y *Fortuna:* ésta de 0,80 de espesor medio; las otras dos más delgadas, espaciadas entre sí 48 y 20 m. respectivamente, inclinadas las tres con varias inflexiones de 30 á 60° NO. El carbón de la segunda es menos graso que el de las otras dos.

Cuenca de Riosa.—Esta cuenca, prolongación occidental de la de Mieres, tiene unos 12 km. cuadrados de extensión; está limitada al NE. por el Monte Sacro ó Peña de la Magdalena, al NO. por el arroyo de San Sebastián, al SE. por el Aramo, y al SO. por el Cordal de Cuba y de la Segada.

Se reconocieron desde un principio más de 30 afloramientos de carbón en diferentes grupos, de 0,30 á 1^{m},50 de espesor, con muchas irregularidades estratigráficas, estrecheces y fallas. Estas son de muy diversas longitudes, entre 10 y 80 m. generalmente, y varían mucho en su alineación, pues al paso que algunas corresponden á la prolongación general de las capas de hulla, otras ocasionan en éstas ondulaciones muy pronunciadas ó saltos de diferentes amplitudes. Casi todas tienen el techo y el muro de pizarra, generalmente más dura y resistente la del segundo que la del primero.

Las hullas de Riosa son grasas, excelentes para cok, pero blandas; contienen bastante pirita y carbonato de cal, extendido en costras blanquecinas. En algunas capas hay además nódulos irregulares de hierro carbonatado, y según análisis hechos hace tiempo [1] contienen de 36 (mina *Rosa)* á 52 *(Teresa)* por 100 de materias volátiles; de 5 *(Rosa* y *Paca)* á 8 *(Manuela)* de cenizas, y rinden de 55 *(Manuela)* á 64 *(Rosa)* de cok.

En el valle de Cuna, y en la superficie de 116 hectáreas, hay un grupo de 14 capas explotables que suman 11^{m},44 de carbón, propio para cok, cubicándose 1.372000 toneladas, según cálculos del señor Rodríguez [2].

(1) *Rev. Min.*, tomo II, pág. 494.
(2) *Rev. Min.*, C, tomo VII, pág. 259.

Grupos del Nalón.—Aparte de diversas ondulaciones y roturas en todos sentidos, las pizarras y areniscas bastas carbonosas, se doblan en 4 pliegues principales por el valle de Langreo, describiendo 7 fajas, 4 inclinadas al N.NO. y las otras 3 al S.SE., sin que asome el hullero inferior en el centro de esos pliegues, hace tiempo observados por Schulz. Esto denota que debe reducirse á la octava parte el número de afloramientos de hulla para contar con el de las capas de combustible; esto es, que si se suman 72 de aquéllos en el valle del Nalón, su número se limita á 9 únicamente.

En su extremo SE., la cuenca comprende dos grupos por el término de Laviana: uno en contacto con las calizas, y otro, de mayor importancia, que encierra cinco capas de hulla, dos con espesores superiores á un metro, inclinadas de 30 á 35°, cuyas hullas son de llama, semi-grasas y con pocas cenizas.

En Linares se observa una zona de pudingas de cantos de caliza, intercalados entre las samitas y pizarras que se pliegan en un gran anticlinal entre Santa Ana y Ciaño, al S. de cuyo pueblo inclinan 80° N.NO., volviendo á tenderse con 30° al O.NO. en el barrio de Torre los Reyes.

En resumen, la disposición de los estratos á lo largo del Candal y del Nalón, concuerda perfectamente, demostrando que en la cuenca central asturiana diversas presiones laterales arrugaron las capas en numerosos pliegues paralelos, con buzamiento O.NO. predominante, no asomando el hullero inferior más que en los bordes occidentales.

Grupos de Santa Ana.—Se extienden por ambos lados del Nalón, entre Sama de Langreo y Pola de Laviana, ocupando parte de los valles de la Cruz ó Ronderina, la Agüería de Sama, regueras de las Llamargas, Peñuca y Paniceri, Cardiñuezo y Samuño, hasta el punto llamado la Fábrica, junto á la Agüería del Villar, comprendiendo además las minas del Sotón, entre el arroyo de Védabo y el río de Santa Bárbara. Sobre la derecha del Nalón abarcan el terreno comprendido entre la Oscura y el río de San Andrés, así como grandes fracciones del valle de Blimea y del Tiraña; y sobre la izquierda de aquél, se incluyen los vallejos de la Vara, Larayos y Bural, San

Seis fajas de conglomerado calizo ó gonfolita contó el Sr. González [1] en esta parte de la cuenca. La 1.ª asoma en los Cuetos, cruza el reguero de la Ronderina al Gomial junto al puente de los Ingleses, atraviesa el Nalón y aparece en Casa Nueva, cerca del socavón de Llamargos y al E. de Pozobal; la 2.ª se marca en el molino de la Braña, al SE. de las Piezas de Abajo, Camellera, Corros de Arriba, al E. del Carbayo y al NE. de Cardiñuezo; la 3.ª se encuentra en Camponada, la Fuente de Casielles, Paniceri y al SE. de Cardiñuezo; la 4.ª atraviesa por Ciaño á los ríos del Samuño y Cardiñuezo; la 5.ª se observa en Sorriego y á la entrada del arroyo de Villar, sobre la vía férrea de *María Luisa;* la 6.ª se presenta en la Oscura, San Andrés y al SO. de Pipe.

Desde la Oscura hasta el pico Carrozal, se alinean de N. á S. tres fajas de caliza de poco espesor: la 1.ª en el pueblo y reguero de los Artos, en pico Caleyo y Picos; la 2.ª al O. del pico Carrozal, Sola Llonga, al E. del pico Peón, y por los pueblos del Sartero, Felguera y San Pedro de Tiraña, y la 3.ª al E. del Carrozal, pico del Sol, Campamina, al SO. de Las Quintanas y al E. de San Pedro.

Considera dicho Ingeniero tres divisiones distintas en el hullero de esta parte de la cuenca: la inferior, limitada por las fajas de caliza; la intermedia, muy regular en su formación, donde falta esa roca, y la superior, en que se ofrecen las gonfolitas, tal vez la más trastornada en sus estratos.

Posee dos grupos la Sociedad de *Santa Ana:* Tras el Canto, situado en Ciaño, y el Sotón, más á L. Tras el Canto tiene 9 capas de carbón, fuertemente inclinadas, y hasta verticales en los extremos de la concesión, deformadas y retorcidas en el arroyo de la Muela y Reguerina, donde se tienden hasta los 45° en la proximidad de una gran falla, que altera en todas la alineación general al E.NE. La primera capa de hulla es la *Agapita,* de un m., cuyo carbón es duro, á la que siguen el *Carbonero,* de 0,80; la *Vieja,* de 0,60, más propia para cok que las dos anteriores; *Ventilación* 1.ª, dividida en dos zonas de

(1) *Minas de Santa Ana en Asturias. Rev. Min.*, serie C, tomo III, pág. 36.

á medio metro; *Ventilación* 2.ª, de 0,80 á un metro, y otras cuatro con espesores comprendidos entre 0,60 y 0,80.

En el segundo grupo se explotan estas capas inclinadas de 70 á 75° N.: *Sotón* 1.°, de cerca de un m., de carbón seco, dividido en dos ramas, entre pizarra dura; *Falsa*, á 41 m., un poco más gruesa, con bastante gas; *Desconocida*, á 28 m. de la anterior, de 0,50, de carbón que no coquiza; *Robledal*, á 60 de la anterior, en rosario con anchurones hasta de 5 m. y estrecheces estériles de 30 á 40 m. de longitud; *Abundante* 1.ª, á 40 de la anterior, con 0,80, de carbón regular y coquizable; *Abundante* 2.ª, á 24 de la anterior, de 0,50, también coquizable, y *Nalona*, á 22 de la anterior, de 0,40, que no coquiza. Casi todas rinden del 50 al 60 por 100 de cribado.

Grupo de María Luisa.—Es uno de los más importantes de la cuenca, y sus capas, inclinadas con mucha regularidad de 60 á 70° N., son las siguientes: *María Luisa*, la más septentrional, sita en el valle de Villar, dividida en dos venas que suman 0,80: la del techo de carbón duro, la del muro de menudo limpio, ambas comprendidas entre areniscas con un falso muro pizarreño. A 60 m. de la anterior encaja también entre areniscas la *San Luis*, de 0,60; 30 m. más adelante la *San Gaspar*, de 0,50, apoyada en un falso muro de pizarras, al que siguen areniscas muy duras con algunos carboneros interpuestos. A 26 m. de la anterior sigue la *Julia*, que varía mucho en su espesor y en su dureza y produce mucho gas; á 62 m. más adelante la *María Teresa*, muy emborrascada, poco aprovechable y que se cree sea la que llaman *Carbonera*, en el grupo de la Mosquitera, y á otros 18 m. la *Voz*, de 0,60, entre areniscas muy fuertes y de carbón bastante cribado. A este grupo de capas, donde abundan las *sigillarias* y que corresponde á la parte inferior del hullero medio, sigue un grande espacio con capas inexplotables, separando ese horizonte del inferior una faja de pudingas y areniscas con *Nereites*, por bajo de las cuales yace el tramo inferior hullero con las cuatro capas nombradas *Generalas*, de carbón muy limpio, pero delgadas. Son las que principalmente se explotan en el grupo *Santa Bárbara*, donde duplican su espesor y se regularizan.

Grupo de la Justa.—En este coto se conocen las capas que á continuación se expresan con sus respectivos espesores: *Primera*, 0,50; *Leona*, 1,10; *Pequeña*, 0,50; *Quinta*, 0,60; *Carbonero*, 0,40; *Sexta*, de 0,80 á 1,20; *Xagomial*, 0,40; *Maximiana*, 0,80; *Chirela*, 0,70, á la que siguen otras dos de cerca de un metro de grueso que se doblan en fondo de barco, cambiando su buzamiento del S. al N. Todas tienen muy buenos hastiales, algunos de arenisca, que economizan mucha entibación.

Grupo de la Mosquitera.—A las pizarras y grauwackas sobrepuestas á los bancos de pudinga caliza del Norte de Turiellos cubren irregularmente las formaciones secundarias; y pasando del valle del Nalón al del Candín, se encuentran en primer término las mismas pizarras y grauwackas muy inclinadas al N.; pero en Antuña baja el buzamiento á 40°, intercalándose brechas y pudingas calizas. Hacia Resellón se pasa de nuevo á aquellas rocas, y es curiosa la asociación de vegetales y de conchas salobres en las mismas lajas de pizarra de la Mosquitera, inclinadas 80° O., donde se hallan con *Stigmaria ficoides*, *Calamites Suckowi*, *Sphenophyllum emarginatum* y *Dictyopteris sub-Brongniarti;* las *Myalina triangularis*, *M. carinata*, *Macrodon Monreali*, *Schizodus sulcatus*, *S. Rubio*, *S. curtus*, *Bellerophon sub-Urii*, *B. navicula* y *Entomis Grand Eury*.

Comprende tres cotos el grupo de la Mosquitera: el de su nombre, el Cruz y el Bimenes, y pasa de 1400 m. el socavón general del primero, sito en el Carbayín, uno de los puntos en donde, por su favorable situación en el extremo N. de la cuenca, junto al ferrocarril de Langreo, comenzó hace más tiempo la explotación en grande escala. Ese socavón cortó 56 capas con espesores comprendidos entre 0,50 y 1,50, y entre las más notables citaré la *Fuente*, de 1,15, de carbón blando y muy gaseosa; las *Estefanías* 1.ª y 2.ª, de 0,80 y 0,55 de carbón duro, así como las *Modestas* 1.ª y 2.ª; la *Cantera*, en bolsadas irregulares que llegan á 0,85; las tres *Fayonas*, de diversos espesores y carbón duro; la *Maroma*, de 1,20 y carbón blando; la *Violera*, de 0,50, de hulla muy dura; la *Roja*, de 0,62, limpia y de mediana dureza; la *Castillona*, de 0,75, cuyo carbón es sua-

ve y piritoso; la *Granja*, de 0,80, de hulla muy buena; la *Centella*, de 0,85, de carbón muy duro; la *Inglesa*, de 0,60, muy gaseosa; la *Payona*, de 0,70, de buena clase por el N. y mala por el S.; la *Carbonerona* 1.ª, que alcanza un espesor de 1,50, y la *Carbonerona* 2.ª, cuyos lentejones varían entre 0,40 y 2,50 de grueso.

En el adjunto cuadro se señala la composición media, según datos del Sr. Adaro, que tienen las diferentes hullas de los grupos pertenecientes á la *Sociedad Hullera y Metalúrgica de Asturias:*

GRUPOS	Cenizas.	Carbono puro.	Materias volátiles.	Potencia calorífera.	CLASIFICACIÓN
Mosquitera...........	3,60	60,05	39,95	6176	Seca de llama larga.
Sama................	2,50	62,40	37,60	6345	Semi-grasa de llama.
María Luisa...........	2,55	64,40	35,60	6738	Propia para gas.
La Justa.............	2,40	68,00	32,00	7214	Para fragua y cok.
Santa Bárbara.........	3,42	76,11	23,89	7320	Semi-grasa de cok.
Coto de Aller.........	5,14	83,20	16,80	7844	Antracitosa.

ISLOTES CARBONÍFEROS DE TRUBIA.—Corresponden estos islotes á los tramos inferiores del sistema y no dejan de ofrecer interés desde el punto de vista meramente científico.

Siguiendo el Nalón entre Trubia y Barzana, se ve desde luego que sobre las calizas y areniscas devonianas se apoyan el mármol gris y rojo con *goniatites*, base del carbonífero, con un espesor de 30 m., inclinando las capas 70° S.SE., y las calizas azules que se alzan á grandes alturas en la sierra del Estoupo y estrechan el valle hacia Tuñón, pasado el cual alternan con pizarras y samitas y se doblan en un sinclinal, reapareciendo en Proaza y en la sierra de Caranga, cerca de Villa. Prolónganse por otro lado entre Llera y Oecio las pizarras y samitas con restos de *Productus* y crinoides, asociándose á ellas areniscas blancas y pudingas cuarzosas parecidas á las del hullero de Mieres.

Entre Pravia y Gallegos, á lo largo del Nalón, encaja el carbonífero en el devoniano, según se indica en la figura 15. Desde Pravia á Valdaño, á causa de diversos sinclinales, anticlinales y fallas, asoman á

la superficie repetidas veces los tramos devonianos designados por el Sr. Barrois con los nombres de Arenisca de Furada, 1; Caliza de Nieva, 2; Caliza de Ferroñes, 3; Caliza de Arnao, 4; Caliza de Moniello, 5, y Arenisca de Candás, 6. Una falla que cruza entre Anzo y Valdaño separa esta serie, sumamente dislocada, de la carbonífera, que comienza en el segundo pueblo por las calizas del tramo inferior, 8, abrazando en el río Molinón una fajita, 9, de las pizarras y calizas del tramo de Lena. Pasado Rañeces asoma el marmol amigdaloideo de la base, 7, concordante sobre las areniscas del devoniano medio, 6, y el nivel de la caliza de Moniello, 5.

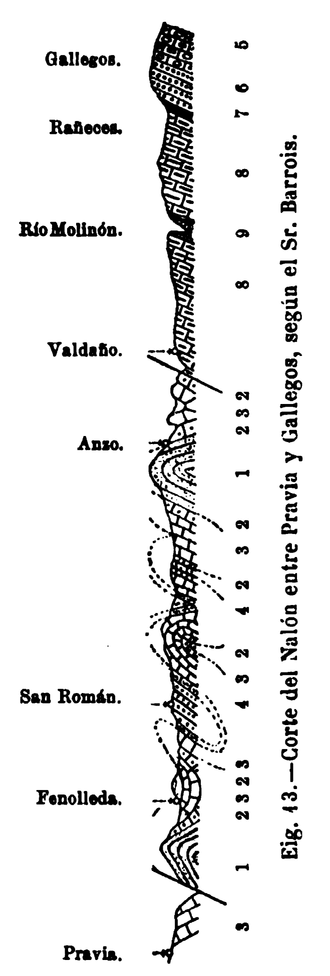


Fig. 13.—Corte del Nalón entre Pravia y Gallegos, según el Sr. Barrois.

Las masas de calizas del estrecho de Trubia miden más de 700 m. de espesor y comprenden en su parte media una faja de caliza dolomítica amarillenta; forman otra angostura al S. de Caranga, y sobre ellas se apoyan en Llano las pizarras y grauwackas muy plegadas que encierran hacia Agüeras algunos lechos de calizas con *Zaphrentis Phillipsi*, *Favosites Haimei*, *Platycrinus granulatus*, *Mespelocrinus granifer*, *Poteriocrinus crassus*, *P. originarius*, *Productus aculeatus*. La misma alternación con numerosas capas de calizas de crinoides, repetida y fuertemente plegadas, continúa por Arrojo, San Salvador y hasta Bárzana, en cuyo punto comienza el hullero.

Entre las fajas de caliza carbonífera que, enclavadas en el devoniano, señala Schulz al SO. de Oviedo, merece especial mención la de las Caldas, en la cual encontró Verneuil las siguientes especies: *Pro-*

ductus Cora, P. undatus, P. semireticulatus, Orthis resupinata, O. Michelini, Spirifer lineatus, S. rotundatus, Terebratula hastata, Sanguinolaria sulcata, Capulus neritoides, Nerita spirata, Natica plicistria, Euomphalus helicoides, Macrocheilus acutus, Pleurotomaria conica, P. pulchella, Turbo biserialis, Chemnitzia scalarioidea, Bellerophon vasulites, B. tenuisfascia y *B. Dumonti.*

Cuencas anejas del centro de Asturias.—La dirección general de los estratos al N.NE. induce á creer que por ese rumbo continúan las capas de carbón bajo los sistemas secundarios que en grandes extensiones les ocultan en los concejos de Siero, Nava, Colunga, Villaviciosa é inmediatos, y así lo acreditan las manchitas hulleras de Torazo, Viñón, etc. Otras, como las de Quirós y Teberga, en otro tiempo unidas con la central sin solución de continuidad, son restos dispersos que resistieron por su situación topográfica á las fuerzas de la denudación, y en el mismo caso se hallan las del Naranco, Santofirme, Ferroñes y Arnao, replegadas entre el devoniano.

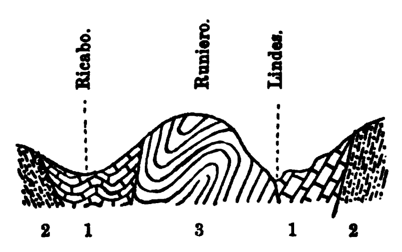


Fig. 14.—Corte de Quirós, según el Sr. Adaro.

Cuenca de Quirós.—Mide 6000 hectáreas; está limitada al NE., E. y S. por las calizas de la parte inferior del sistema que descuellan en las cumbres de Agüeras, Peña de Rueda y el Aramo, que la separa de la cuenca de Mieres y descansa al SO. y O. sobre cuarcitas y pizarras más antiguas. La zona rica se reduce á 1000 hectáreas, pues aparte de una pequeña fracción en Rano, al N. de Lindes, el hullero medio está limitado al monte Runiero, comprendido entre ese río y el Ricabo, limitado al S. por las estribaciones de Peña Rueda. Según indica la figura 14, dos fallas separan esta parte rica, 3, de la caliza de montaña, 1, á su vez desgajada en dos zonas discordantes con el hullero inferior, 2. Se comprueban estas dislocaciones, porque predominando el buzamiento oriental con variables inclinaciones al

E. de la cuenca entre Cienfuegos y Villar, se encuentra el tramo 2 volcado sobre el que le es posterior, ó sea el hullero medio 3.

En el tramo inferior se intercalan calizas entre las areniscas y pizarras, así como siete capas de carbón seco ó antracitoso, y está separado del superior por otro banco de caliza de 1 á 2 m. de espesor, que atraviesa toda la cuenca. En opinión del Sr. Adaro, sólo la capa de *San Salvador* merece trabajarse en algunos sitios, pues en general son demasiado estrechas y están muy trastornadas. Tampoco todas las capas del hullero medio son explotables en toda su extensión, porque muchas son muy delgadas, ó se esterilizan y emborrascan. En total son 14, cuyos nombres en orden ascendente son *Rebollada, Bayo, Pepa, Julia, Quemada, Mariana,* las tres *Barreras* y las cinco *Vegas.*

Al principio las labores se efectuaron en dos grupos: uno á la entrada del Lindes, de cuatro capas buenas, y otro más alto con otras cinco muy buenas y nueve medianas. En estas capas hay secciones hasta de 600 m. con mucha regularidad, variando sus espesores de 45 cm. á un metro con algunos anchurones hasta de 2. Los hastiales son de pizarras y areniscas cuarzosas muy sólidas.

Según observa el Sr. Alexandre [1], partiendo de la forma que afectan las intersecciones de las capas por un plano horizontal, y de que el río Lindes corta cuatro veces á la mayor parte, se pueden considerar en ellas cinco grupos, dos situados en las laderas del N. y los otros tres en la del S. y á contar desde el E., aguas arriba del valle. El grupo de *Corros* comprende las ramas exteriores de las 14 capas, y tal vez las segundas ramas de las *Barreras* y las *Vegas,* en cuyo caso habría hasta 22 hojas de carbón, y afloran á buen nivel para establecer un primer piso detrás del pueblo de Santa María, alcanzando alturas considerables con gran regularidad en más de 5 km.

De las dos ramas en que se dividen las capas del grupo de *Rano* por causa de un pliegue, la primera carece de importancia, pues ofrece numerosas fallas y mucha irregularidad. Las capas de la se-

(1) *Cuenca hullera de Quirós, Rev. Min.,* C, tomo XIII, pág. 338.

gunda, comenzadas á explotar junto al río Lindes, empeoran y disminuyen de riqueza á medida que se internan en la montaña.

El grupo *central* ó del *Barradal*, principal centro de explotación de la antigua Compañía de Santander y Quirós, comprende la parte al S. del río Lindes de la segunda rama del primer pliegue de los antiguos grupos *Julia*, *Vega* y *Barradal*. Lo perteneciente á la *Julia* se agotó rápidamente, puesto que las capas, después de cruzar el río, salen de nuevo al otro lado, entrando en el grupo de los *Porquerones*, alcanzando escasa altura y poca longitud. Este último es irregular, poco extenso, con pequeñas alturas y sólo contiene cinco capas, muy distantes entre sí; y, por fin, abraza el de *Cienfuegos*, además de dichas cinco capas, otras sin explorar, ofreciendo las ventajas del primero en cuanto á grandes alturas y mucha regularidad estratigráfica.

Ingenieros hubo que contaron 85 y hasta 114 capas en esta cuenca, con una suma de 62 m. de combustible, sin tener presente que los bancos se pliegan repetidas veces, presentando multiplicados afloramientos. El Sr. Adaro sólo supone 20 capas distintas explotables en extensiones de importancia; admite 8 m. de potencia total, 200 m. de altura media y una longitud de 4 km., calculando un valor de 8 millones de toneladas, que deben reducirse á 6 desde el punto de vista comercial (1). Esta cantidad dista mucho de la de 120 millones que llegaron á suponer de riqueza (2).

Casi todas las capas de carbón encajan en las pizarras arcillosas, alternantes, como es general en todas partes, con areniscas, citándose restos vegetales de *Calamites pachyderma*, *Neuropteris heterophyla*, *Sigillaria angusta*, *Sigillaria lævigata* y *Stigmaria*. En el hullero pobre ó inferior se encuentran *Koninckophyllum truncatum*, *Spirifer lineatus*, *S. mosquensis*, *S. bisulcatus*, *Astarte subovalis*, *Turbinilopsis Hœninghausi* y *Schizostoma catillus*.

Varían mucho los caracteres de los carbones de esta cuenca. Las capas de los tramos más inferiores situadas al SO. producen hullas

(1) *Rev. Min.*, serie C, tomo XI, pág. 294.
(2) *Rev. Min.*, tomo XII, pág. 86.

fuertes, dominando las de cok y las secas de llama; las más grasas son muy desmenuzables, muy puras, arden con viveza y se aglutinan; las más comunes son negras, brillantes, compactas, de llama corta; producen de 2 á 5 por 100 de cenizas, y rinden de 75 á 80 por 100 de carbono. Por excepción se descubren en ellas manchas de pirita; pero su cok contiene azufre. Capas hay como la *Julia* que sólo producen menudo, y otras como la *Vega*, *Bayo* y *Pepa* dan hasta 50 por 100 de cribado. La producción de cok varía entre el 69 por 100 *(Xagarin)* y el 84 *(Rebollada)*, y al aire libre el 50; las cenizas varían del 1,62 *(Eugenia)* al 5,70 *(Reguera)*, y el poder calorífero está comprendido entre 6722 calorías *(San Salvador)* y 7335 *(Corros 1.ª)* Gases, de 18 á 25 por 100.

Cuenca de Teberga.—En sus *Datos topográfico-geológicos del concejo de Teberga* (3), el Sr. Abella afirma que no existen en esa parte de Asturias las soluciones de continuidad del carbonífero rico que marca Schulz en su Mapa, pues los afloramientos de hulla continúan de N. á S. desde Maravio al puerto de Ventana, pasando por Villamayor y Edrada, Infiesto y Murias, Campillo y Bárzana, Quintanal á la Plaza, Cansinos, San Juan de Volantes, Barrio Torce, SO. de la Foncella y arroyo de la Puerca.

Por toda esa parte los estratos se hallan también sumamente dislocados; pero considerados en conjunto, desde Maravio se alinean al S. 15° O. hasta el cordal de Santa Marta, donde se encorvan con una convexidad hacia P.; de suerte que, pasando el valle de Carzana, tuercen al S. y se internan en Castilla por el puerto Ventana.

La parte rica del hullero de Teberga se extiende desde el puerto de Maravio entre las sierras de Padiella y la Granda, limitada al O. por el carbonífero inferior y el devoniano, y al E. por la caliza de montaña que gradualmente va aumentando hasta constituir por completo dicha sierra de Padiella. En el centro del concejo ensancha el hullero en el cordal de Santa Marta; estrecha de nuevo en cuanto asoma la faja de pudingas de la Granda de Redral y el pico Corma-

(3) *Bol. Mapa geol.*, tomo IV, pág. 253.

lacín, y en cuyo contacto sigue alineado al S.SE. hacia Ventana. Al E. de la misma ensanchan las pizarras y calizas del carbonífero pobre hasta la caliza de Sobia, y ésta, un poco más al S., presenta un seno en la Peña Viguera destacada por una estrecha foz ó cortadura, donde la pudinga toca la caliza carbonífera; pero frente á la Focella se interpone entre ambas rocas otra faja de pizarras.

El espesor de las capas de carbón está comprendido entre 50 y 80 cm. en los afloramientos, si bien en varias labores se han descubierto anchurones que pasan de 2,50. Disminuye el número de aquéllas hacia el S., el carbón se hace más seco y contiene más cenizas.

Puede ser indicaciones de la caliza amigdaloidea de la base la estrecha fajita de mármol rosáceo, acompañada de la gris que se muestra por la parte occidental de la cuenca, donde parece encajada entre dos zonas alternantes devonianas. Por el lado opuesto, es decir, al E. y al NE., se ve más clara la sobreposición del hullero al devoniano, aunque separados ambos por la caliza inferior carbonífera de Sobia y Padiella, cuyos bancos se alzan verticales.

«Entre los ríos de Villanueva y Taja—agrega Schulz [1],—el carbonífero ensancha hacia el O. con buzamiento al NE., opuesto al del devoniano infrayacente. Otro seno ó ensanche al NE., hacia la caliza de la Sobia, se observa en Alesga y Carrea.»

De 200 á 500 m. es el ancho de la faja de pudinga silícea que se extiende por el S. en más de 12 km. hasta más allá del lugar del Páramo, donde se divide en dos ramales: uno que sigue al puerto de Ventana, y otro prolongado al NE. hacia la collada de Garrafe y Quirós. Los lechos de carbón encajados al S. de esta pudinga, por San Juan de Volantes y entre Páramo y los montes de la Puerca, adquieren más importancia en la otra vertiente de la cordillera por el lado de Torrebarrio (León).

En el vallejo de Villanueva, entre las pizarras y samitas blandas inclinadas al SO., se intercalan capas delgadas de caliza en la cual sería fácil hallar algunas de las especies procedentes del carbonífero

(1) L. c., pág. 47.

de Teberga que cita Schulz, y son: *Productus punctatus, P. cora, Spirifer mosquensis, S. integricosta, S. attenuatus?, Orthis striatula, Terebratula hastata, Euomphalus catillus, Macrocheilus acutus?, Arca, Turritella?, Pleurotomaria* y *Cyatophyllum.*

Manchitas del Naranco.—Enclavadas en el devoniano yacen en las vertientes septentrionales del Naranco dos manchitas encorvadas en figura de V de dos ramas desiguales, y la más importante es la del N., atravesada por el río Nora en la parroquia de Villapérez. Asoma en su base la caliza marmórea amigdaloidea, algunos de cuyos bancos están impregnados de sílice calcedoniosa, conteniendo *Zaphrentis, Poteriocrinus minutus, Orthoceras giganteum* y *Goniatites crenistria.* Por el extremo NE. de la sierra termina esa caliza bajo dos lechos de tanita de 5 cm., sobre los cuales se apoyan pizarras, grauwackas y areniscas verdosas, que frente á los molinos de las Peruyeras y del Regidorio encierran impresiones de *Lepidodendron* y otros vegetales. Las capas de carbón comprendidas entre aquéllas son demasiado delgadas é irregulares, y en su inclinación general difieren de las de Santo Firme, con cuya cuenquecita debieron estar unidas antiguamente.

Cuenca de Santo Firme.—A juzgar por sus fósiles, corresponde al hullero inferior y á la base del medio la cuenquecita de Santo Firme, cuyas capas no se apoyan sobre la caliza de montaña, sino directamente sobre el devoniano en una montaña de 500 m. de altura. Se cuentan 10 capas de hulla que se pliegan en un doble arco, en conjunto inclinadas al E.SE. y sumamente irregulares por sus repetidos ensanches y estrecheces. Es muy notable, entre sus bancos, uno pizarreño en que se mezclan las especies vegetales con especies marinas; y así, se hallan reunidas las siguientes: *Aviculopecten scalaris, Posidonomya Becheri, Myalina triangularis, Antracosia bipennis, A. carbonaria, Sanguinolites subcarinatus, Naticopsis planispira, Orthonema conica, O. Choffati, Bellerophon navicula, Entomis Grand-Euryi, Calamites Cisti, Alethopteris lonchitica, Pecopteris æqualis, Lepidostrobus variabilis, Sigillaria transversalis, S. Schlotheimi, S. conferta, S. hexagona, S. Cortei.* Estas pizarras forman el

techo de la última capa de carbón al O. de la cuenca y están separadas por pizarras bastas con nódulos de siderosa de las calizas pizarreñas que contienen en Posadas *Spirifer bisulcatus* y *S. mosquensis.*

Cuenca de Ferroñes.—Es famosa esta cuenca por los fósiles devonianos que se encuentran por encima del hullero, á causa de una de esas inversiones tan frecuentes en Asturias, en las cuales las dos alas de la mayor parte de los pliegues sinclinales giraron de modo que buzan en el mismo sentido. Este hecho es tanto más difícil de comprender en su origen, cuanto que la caliza carbonífera falta por completo, no á consecuencia de fallas ó denudaciones, sino porque el depósito hullero se apoya allí sobre el devoniano en estratificación transgresiva. Mide esta cuenca espesores comprendidos entre 500 y 200 m., y consta de areniscas y pizarras que contienen, entre otras especies, *Calamites Cistii, Calamocladus longifolius, Annularia sphenophylloides, A. stellata, Odontopteris Brardi, Pecopteris arborescens, P. oreopteridea, P. unita, P. Miltoni, P. polymorpha, P. dentata, Goniopteris arguta* y *Sphenopteris goniopteroides,* característicos del hullero superior.

En contacto con las pizarras hay bancos gruesos é irregulares de pudingas, formadas de cantos de caliza con trocitos de carbón y fragmentos de calamites. Sobre uno de estos bancos y cubierta por pizarrilla, encaja una capa de carbón de llama larga, fracturada y dislocada al N., interrumpida en longitud y profundidad por el S.

Cuenca de Arnao.—Por su posición geográfica y sus caracteres estratigráficos se relaciona con la de Ferroñes, igualmente intercalada entre el devoniano, del que está limitada por fallas oblicuas. No pasa su espesor de 170 m., los 45 primeros de los cuales son las areniscas y pizarras con nódulos de siderosa de la base; sigue á éstas un banco de hulla de 5 m.; después, sucesivamente, pizarras arcillosas, areniscas, pudingas silíceas y otras areniscas en una masa de 21 m. Sobre estas últimas yace la segunda capa de hulla y un macizo de 30 m. de pizarras arcillosas, cubiertas directamente por calizas devonianas á consecuencia de la citada inversión. La inclinación media de ambas es 20° NE.

Las dos capas de hulla presentan una disposición tan singular, que es muy probable sean afloramientos de una sola desgajada por fallas, en opinión de Paillette [1], dividida en tres bancos por nervios de hulla emborrascada. Esta disposición del carbón de Arnao en una capa de gran espesor se aviene mejor con los caracteres del hullero superior del Loire, que con los del hullero medio del N. de Francia, cuyas capas son numerosas, pero delgadas, como las de Langreo y Mieres. Los vegetales fósiles recogidos en Arnao [2] corresponden, efectivamente, al hullero superior, y, entre otros, son los siguientes: *Calamites canœformis*, *C. Suckowi*, *Odontopteris Brardi*, *Cyatheies dentatus*, *Alethopteris Pluckeneti*, *Sigillaria Brardi*, *S. cyclostigma* y *Cordaites borassifolius*, siendo además dudosas las *Neuropteris gigantea*, *Sigillaria Knorri* y *S. Dournaisi*. Se citan además *Calamites Cistii*, *C. approximatus*, *C. cannœformis*, *Pecopteris arborescens*, *Schizopteris anomala*, *Sigillaria tessellata*, *S. mammillaris* y *Picnophyllum borasifolium*.

Considerando el Sr. Barrois que por bajo del trías de Requejo reaparece inclinado al NO. el devoniano inferior por las escarpas de la Forcada, cerca de la ría de Avilés, y teniendo en cuenta la gran analogía que el corte demuestra entre los tres pequeños sinclinales paralelos, rotos é invertidos de Santa María del Mar, Arnao y Requejo, como entre los pliegues de los dos primeros existe el hullero con capas de carbón, no cree sería imprudente practicar algún sondeo al NE. de Laspra para investigar la hulla.

Islotillos carboníferos de Perán y del monte Areo.—Por sus exiguas dimensiones no señaló Schulz en su mapa de Asturias algunos islotillos carboníferos encajados en la mancha devoniana del cabo de Peñas, entre Avilés y Gijón.

Siguiendo el corte del cabo de Peñas al de Torres, trazado por el Sr. Barrois, sobre los 19 tramos devonianos descritos en las páginas

(1) *Bull. Soc. géol. France*, 2.ª serie, tomo II.

(2) Geinitz, *Beitr. z. aelt. Flora und Fauna. Neues Jahrb. f. Mineral*, 1867, pág. 283.

18 á 20, se encuentran en las escarpas de Perán los tres siguientes de la base del carbonífero:

20. Caliza marmórea roja (20 m.) con *Goniatites crenistria*, *Orthoceras giganteum* y *Zaphrentis*.

21. Caliza azulada obscura, compacta, cavernosa, con tanitas, más quebradiza que la devoniana (25).

22. Arenisca dolomítica, abigarrada, muy dura, resquebrajada en todos sentidos, del cabo Perán, doblada en un sinclinal.

Pasado el cabo, el núm. 21 se muestra más claramente formado de los siguientes bancos: *a*, caliza azul compacta y silícea, inclinada 55° N. 20° O.; *b*, pizarra gris verdosa, 1 m.; *c*, caliza clara azulada y pizarras margosas en lechos delgados alternantes, con numerosos tallos de crinoides, 1,10; *d*, pizarra margosa roja con crinoides, 0,15; *e*, caliza gris, 0,10; *f*, marga roja, 0,15; *g*, pizarra margosa gris, 0,15; *h*, caliza azul con vetas de calcita blanca, 4 m.; *i*, caliza azul con manchas rojas, 1 m.; *j*, caliza margosa roja con manchas verdes, 20.

A continuación, el mármol rojo del núm. 20, en la bahía de Entrellusa, contiene, además de dichas dos especies, *Favosites parasitica?*, *Lophophyllum tortuosum?*, *Cyathaxonia Griottæ*, *Poteriocrinus minutus*, *Chonetes variolata*, *Spirifer glaber?*, *Orthis Michelini*, *Capulus neritoides* y *Phillipsia Brongniarti*. Según advierte el Sr. Barrois, las delgadas capas de hulla, al O. del monte Areo, señaladas por Schulz entre Serin y Tamón, forman la continuación muy probable de este sinclinal carbonífero de Peran.

Cuenca de Viñón.—Entre Villaviciosa y Cabranes asoma en el trías esta cuenquecita, que debe unirse subterráneamente con la de Sama, situada al SO., hacia cuyo rumbo se alinean los estratos. Estos inclinan más de 70° NO. cerca de Viñón, y el combustible que encierran es antracitoso é inutilizable, sin duda por haber sido demasiado alterado, así como los de las cuenquecitas de Colunga, por los asomos porfídicos que existen al E. de Castillo. A ellos se deben también varios desarreglos estratigráficos y alteraciones de composición, como se observa en las inmediaciones de Infiesto, al S. de

Viñón y al N. de Santa Eulalia de Cabranes, en cuyos términos las rocas hulleras y triásicas tomaron cierto aspecto porfídico, así como en el cerrito Tolimas, en el Cordal de Nava.

Manchitas de Colunga.—Al O. y al N. de Sueve ocupa el sistema gran parte de los términos de Borines, Anayo, Vallés, Libardón, Pivierda, Riera y Carrandi, constituído principalmente de pizarrilla, arenisca obscura y bancos interpuestos de caliza, con señales de crinoides, coralarios y *Spirifer.* Buzan las capas al N. en el Canto del Sellón, y en la Riera se intercalan hasta cinco lechos irregulares de carbón antracitoso, prolongándose uno hasta 1 km. al O. de Torazo.

Cuenca de la Marea.—Situada al E. de la principal, se reduce á una fajita alargada N. á S., donde las calizas y pizarras del hullero inferior encajan en una estrecha garganta, encerrando algunos bancos de carbón cuyo espesor va disminuyendo hacia el N., perdiéndose del todo en término de Veloncio.

CUENQUECITAS DEL O. DE ASTURIAS. —En las inmediaciones de Tineo cubren directamente al cambriano varias manchitas hulleras depositadas con posterioridad á las del centro de la provincia. «Entre el momento del pliegue del hullero medio, supone el Sr. Barrois (1), y la caída hacia el O. del suelo en que se formó el superior, hubo un período de denudaciones y sacudidas considerables, puesto que las pudingas de Tineo contienen cantos de diversas procedencias y muchos son de calizas carboníferas. La existencia de este período de denudación aumenta las dificultades que se presentan para reconstituir los límites primitivos de los antiguos depósitos.»

Todas estas manchitas son restos de una sola, segmentada después por los agentes de la denudación.

Manchitas de Tineo.—Muestran mejor su estructura en la parte del S., pues se ve que todas las capas se doblan en un sinclinal. En su contacto discordante con las pizarras cambrianas, 2, según se indica en la figura 14, inclinan 14° S. 20° E. las pudingas silíceas, en cuya pasta arcillo-sabulosa se mezclan cantos de cuarcita, de pizarras

(1) L. c., pág. 600.

duras y de calizas azuladas carboníferas. Las cubren pizarras, 3, alternantes en Santa Ana con samitas, también intercaladas entre dichas pudingas, si bien éstas predominan en la base, elevándose hasta con 60° de inclinación N.NO. en su contacto con el cambriano hacia Corias. Todavía se levantan más en el límite septentrional de la cuenca, atravesada por diversos filones de kersantita, 1. Nada menos que en 2000 pies estima Schulz el espesor de las pudingas en la sierra de Armallán, al S. de la cual, en el barranco de Cetrales, se intercalan entre pizarras y samitas varias capas de hulla, una hasta de 1 m. de espesor, con ensanches hasta de 3 en ciertos sitios y estrecheces de 0,20 en otros.

A lo largo del río Rodical, cerca de Cangas, sobre las pizarras cambrianas inclinadas 55° NO., las pudingas de la base se tienden 15° N., siguiendo en orden ascendente pizarras carbonosas con helechos, un banco de pudinga, otras pizarras negruzcas con vegetales fósiles, areniscas y samitas grises, otro banco de pudinga cuarzosa, areniscas y pizarras con *Calamites*, una veta de carbón de 0,50 y, por fin, pizarras y samitas grises de grano grueso, que se deshacen en bolas.

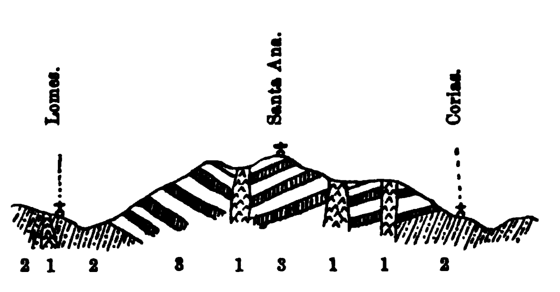


Fig. 14.—Corte de la cuenca de Tineo, según el Sr. Barrois.

Continúan las mismas rocas hasta Rendio, donde se intercalan á modo de filones-capas tres ó cuatro bancos de una roca especial, semejante á las porfiritas micáceas de la base del permiano de Francia. Observada al microscopio, se ve que en una pasta de viridita se mezclan microlitos de feldespato triclínico, mica y grandes cristales de un mineral piroxénico, transformados en clorita y serpentina.

Las capas hulleras se levantan con 30° inclinación al O., entre Rendio y el puente, doblándose más al N. en un sinclinal donde se

descubren entre las pizarras y pudingas tres lechos irregulares de carbón, uno hasta de 1,50 de espesor en algunos puntos.

Termina al N. esta manchita en las cuarcitas silurianas de Santa Eulalia, á las que siguen, pasado el puente de este pueblo, unas areniscas verdosas de cantos gruesos de pizarra y de caliza asociados á diabasas, probablemente también del hullero superior.

Las especies recogidas en esta manchita y sus inmediatas, son: *Calamites Suckowi, Calamocladus longifolius, Sphenophyllum oblongifolium, S. angustifolium, Annularia longifolia, A. stellata, Sphenopteris tenuifolia, S. chærophylloides?, Mariopteris nervosa, Neuropteris gigantea, Tæniopteris jejunata, Pecopteris arborescens, P. oreopteridea, P. Miltoni, P. polymorpha, P. Pluckeneti, P. hemiteloides, P. dentata, Goniopteris arguta, Alethopteris lonchitica, A. Serlii, A. aquilina, A. Grandini, Schizopteris anomala, Cordaites borasifolius* y *Walchia piniformis*, la mayor parte características del hullero superior.

La carretera de Oviedo á Cangas corta el hullero entre los kilómetros 10 y 13. En el 12, por el lado de L., está ligeramente tendido al S.; pero en conjunto y al pie de Tineo, su buzamiento es septentrional. Sin embargo, por la carretera antigua, hasta cerca del kilómetro 11, el tendido es suave al S.; pero pasado aquél, repentinamente se levantan con fuerte inclinación al N. 20° O. las pizarras con lechos de carbón. De todos modos, á L. la cuenca cae al S. y á P. al N., y entre los km. 11 y 10 entran grandes masas de conglomerados con carbón y otras rocas.

Atravesada también por el Narcea, con idéntica composición que las anteriores y discordante sobre el cambriano á 10 km. más al S., se sobrepone la manchita de Rengos, cuya base de pudingas se desarrolla ampliamente en la sierra de Arbolente y Santarbás, suavemente inclinadas al O., recortadas en crestas dentelladas y mogotes aislados entre Venta Nueva y Sextorraso. Por las márgenes del Narcea se abren en dos alas, rodeando en el fondo del valle un golfo cambriano, apoyadas sobre ellas las pizarras y samitas fosilíferas suavemente onduladas, si bien en cortos trechos se levantan

más inclinadas entre Cruces y Venta Nueva. Se intercalan algunos lechos de carbón de variables espesores, pasando de 1 m. el de las Cruces que utilizan los caleros de Rengos, y junto á cuyo techo se encontró el *Pecopteris arborescens* cerca de la iglesia de la Vega. El extremo meridional de esta mancha llega hasta el mármol blanco, y el cipolino de color de carne ó con vetas rojizas y verdes de Rengos, asociado á calizas pizarreñas talcosas del cambriano. Aparte de éstas, asoman otras gris-azuladas veteadas, que pueden ser pequeños asomos del carbonífero inferior, desconocido en Tineo.

A 5 km. al SE. de Rengos, en Gillón y Trasmonte, existe otra manchita de pudingas y areniscas con impresiones vegetales.

Remate septentrional de la cuenca de La Ceana.—La faja hullera del valle de La Ceana (León) dobla las cumbres de la cordillera y penetra en Asturias en dos fajitas irregulares, defectuosamente marcadas en el Mapa general y omitidas en el de Schulz. Sobre pizarras verdosas, cloríticas y silíceas (tal vez cambrianas), á P. del puerto de Leitariegos, forma la base del pico de Arbás una caliza gris obscura, veteada de blanco, algo silícea, dividida en lechos delgados inclinados 50° SO., que separa esas dos fajitas. La oriental se extiende por el citado puerto en los confines de ambas provincias, compuesta de conglomerados, areniscas cuarzosas parduzcas y grises, de grano muy grueso, que coronan la cumbre del pico Arbás, y pizarras arcillo-ferruginosas y arcillo-carbonosas con *Equisetides giganteus*, *Calamites approximatus*, *Sphenophyllum Schlotheimi*, *Neuropteris gigantea*, *Odontopteris osmundæformis*, *O. Brardi*, *Pecopteris arborescens*, *P. Miltoni*, *Goniopteris arguta*, *Lycopodium primævum*, la mayor parte de las cuales corresponden al hullero superior.

Los mismos bancos se prolongan á 2 km. más al O. por los límites de León y Asturias, hasta unos 3 km. E.SE. de Cerredo, donde predominan las samitas de grano grueso con pudingas de guijarrillos de cuarzo blanco, intercalándose escasas pizarras arcillosas que conservan el buzamiento al SO., así como algunos bancos de calizas infrayacentes que asoman en corta extensión. En tales samitas abundan los restos fósiles, entre otros el *Calamites Cistii*, Brong.

Cuenquecita de Tormaleo.—La mancha hullera más occidental de Asturias, situada á 6 leguas á P. de Cangas de Tineo, cerca de los confines de León y Galicia, es la de Tormaleo, reducida á una fajita de poco más de 2 km. de largo, con el ancho de 500 m. próximamente. Sobre las pizarras cloríticas y silíceas cambrianas, se apoyan sus bancos diversamente retorcidos en el sentido de su dirección y de su buzamiento, desgarrados en el pueblo con menos de 40° de inclinación al NE., alineados O. 12° N. con 60° de inclinación S. entre Tormaleo y el paraje nombrado Fondo de Villa, tendidos casi horizontales y arrumbados casi de N. á S. con varias ondulaciones en la Peña del Gato ó Ruidelobos. En las laderas meridionales de esta cumbre, sumamente erizada de peñascos, se muestra la base de la formación, compuesta de un conglomerado brechoide, de cantos angulosos de cuarcita y de pizarra, algunos de cerca de medio metro cúbico de volumen, pasando á una pudinga también brechiforme de guijo blanco cuarzoso, trocitos de filadio y de pizarras lustrosas. Apóyanse sobre ellas unas areniscas de grano grueso con muchos restos vegetales y pizarras negras carbonosas, también muy fosilíferas, entre las cuales se incluyen siete capas de carbón antracitoso, tres de más de 1 m. de espesor, pero inaprovechables por deshacerse enteramente en menudo, según puede observarse al NE. del pueblo y en el citado Pico del Gato, hacia la mitad del camino de Villaoril.

CARACTERES DEL SISTEMA EN EL TERCIO ORIENTAL DE LA PROVINCIA.— En el tercio oriental de la provincia, por ambos lados del Sella, los estratos del sistema se contornean con grandes curvas, revolviendo del NO. al N. y después al NE., hasta torcerse, por fin, al E. y SE. Si desde las costas de Nueva nos dirigimos á los picos de Corulón, encontraríamos cinco fajas de caliza, separadas por otras tantas de pizarra y arenisca del hullero inferior. Una de éstas es la que cruza al S. de Onís, cuyas pizarras disminuyen de anchura hacia P., en cambio de mayor desarrollo de areniscas.

Hacia Espinaredo es por donde puede examinarse mejor este sistema, si se estudia por el valle de Piloña. Al E. de ese punto afloran las calizas azules inferiores, á las que cubren las pizarras y grau-

wackas con pliegue sinclinal hasta terminar por falla contra el devoniano en la parte del O., y las mismas rocas del hullero inferior se ven hacia Rozapanera. Asoma el mármol amigdaloideo hacia Lozana, donde las calizas pizarreñas alternan con las otras rocas de dicho tramo, que reaparecen pasada la faja cretácea del Infiesto, intercalándose algunos lechos de hulla en Sotiello y pizarras de grano grueso con vegetales en Villamayor.

Siguiendo el río Piloña, al O. del Infiesto, atraviesa tales pizarras un filón de kersantita, y junto al puente afloran además las areniscas blancas y verdosas y un banco de arkosa de 10 m. inclinado al N. La caliza negruzca veteada de blanco y las areniscas blancas se desarrollan en Corugedo y Ceceda, viéndose además fragmentos sueltos del mármol amigdaloideo rojo.

Unas diez leguas cuadradas ocupa la comarca montañosa de Ponga y Amieva, principalmente formada de caliza, entre la cual se intercalan diversas fajas de arenisca con pizarras contorneadas en una curva dirigida á un lado hacia Cangas y á otro por Parres. Más abajo del Ceneya predomina por ambos lados del río la pizarrilla con nódulos de carbonato de hierro arcilloso, fuertemente inclinada al NE. desde el puerto de Ventaniella á Sobrefoz y al SO. desde este pueblo hasta Sames y Ceneya.

En San Juan de Beleño otra faja de pizarrilla adquiere hasta 3 km. de ancho; pero más al NO. se reduce á pocos metros. Entre Sotos y la Vidosa corta oblicuamente el río Ponga en la agreste garganta de los Tobados una arenisca cuarzosa durísima.

Con fuerte declinación al SO. alternan estrechas fajas pizarreñas con lechos de caliza entre Sellaño y Sames, y más al N. interrumpen su continuidad los picos calizos de Guarezales y Cetín.

En su prolongación á los concejos de Parres y Piloña, la cayuela con nódulos de siderosa de Amieva es reemplazada por areniscas y calizas alternantes en capas encorvadas á la derecha, con buzamiento occidental, más desarrolladas en dirección á Llanes y Rivadesella y retorcidas en media elipse por Piloña, en cuya parte central predomina la arenisca gris.

Entre el puerto de Tarna y el pueblo de igual nombre, las calizas alternantes con areniscas y pizarras se alzan verticales, inclinan después al S. y luego al N., buzamiento que se mantiene por la cañada de las Torres hasta cerca del Campo, donde tuercen con inclinación SO. En los Veneros, á 2 km. al E. del último pueblo, se alinean nuevamente de N. á S. hasta Pola de Laviana, predominando el buzamiento occidental. Entre Veneros y el Campo, la roca más común es la pizarra arcillosa, á la que sigue una gran faja de caliza veteada y obscura, que sobresale en las sierras de Lagos, Peñamayor, Peña de Gobezanes y Peña Buslar, encerrando entre otros fósiles los siguientes, citados por Schulz: *Amplexus coralloides*, *Productus scabriculus*, **P. longispinus*, *Orthis striatula*, **O. resupinata*, **Spirifer mosquensis*, *S. attenuatus*, **S. integricosta*, *S. octoplicatus* y *Euomphalus pentangulatus* (1). Las señaladas con un * parecen ser las más comunes, pues se han cogido en las Peñas de Gobezanes y Deboyo, Puente Lorio, Linariegas, Cordal de Laviana y San Emeterio, agregándose los *Spirifer incrassatus* y *Condor*. Algunos bancos de dicha caliza contienen abundantes nódulos de pedernal, y sobre la misma faja saliente se apoya otra pizarreña de 3 km. de ancho con bancos de carbón, que desde Aller cruza á la Marea de Piloña.

Otra faja paralela á la anterior es la de arenisca blanca del Campo de Caso, á la que sigue otra de caliza entre Anzó y Rioseco, inmediata al Nalón, sobre la cual se apoya la de pizarrilla que ocupa la parte baja de Sobrescobio, muy tendida al O., por cuyo rumbo la limita la zona de cuarcita de Comillera. Sigue á ésta, entre Comillera y Condado, la banda caliza de los Barrillones, elevada á grandes alturas en las Peñas de Soto y Aldea y la gran sierra de Peñamayor entre Bimenes y Piloña, en cuyas cumbres vuelve su buzamiento al E. volcada sobre el hullero de Bimenes y Laviana. Más á P. de esta faja atraviesa el Nalón la pizarreña de Soto y el Condado, limitada á P. por otra de caliza, sobre la cual se apoya la del hullero que se extiende por el valle de Lorio, Entralgo y Pola de Laviana.

(1) Algunas de estas determinaciones específicas habrán de enmendarse.

En las vertientes orientales del Cordal de Ponga, por la parte alta del valle de Orlé, alternan igualmente las fajas de pizarrilla con las de caliza y arenisca cuarzosa, encorvadas en el concejo de Piloña, al O. del cual se prolongan las areniscas comprendidas entre Tanes y los Barrillones, siendo notables en las laderas occidentales de la sierra del Resellón las que pasan á pudingas de granos menudos. Se tuercen al E.NE. en las sierras de Ques y de Cayón, enlazadas con la de Peñamayor por las citadas fajas de caliza y arenisca, fuertemente inclinadas al E.

La faja caliza blanquecina que sobresale en el monte Sueve (1230 m.) entre Colunga, Infiesto y Rivadesella ofrece un curioso ejemplo de dislocación estratigráfica, encorvadas sus capas en figura de comba, buzando en sentidos opuestos en sus dos extremos de NO. y SE. Por su falda meridional se apoya sobre una zona de arenisca cuarzosa (devoniana probablemente) de 300 m. de anchura, cuya prolongación oriental constituye los serrijones del Fito, Buzneda y Castigosa; por el lado del N., en vez de esa arenisca, asoma debajo de la caliza una pizarrilla obscura que Schulz asimila á la carbonífera de la Riera, Carrandi y Libardón (1), y también en el extremo SO. del Sueve termina el hullero de Borines en bancos desgarrados que parecen inferiores á la caliza. Esta contiene algunos tallos de crinoides, se prolonga por Caravia y Berbes hasta el mar y la cruzan algunas vetillas de espato fluor y de barita. Sospechó Schulz si tal caliza del Sueve pudiera ser permiana, agregando al propio tiempo que en Caravia toma un aspecto devoniano, á cuyo sistema se inclina á creer con más fundamento que corresponden las citadas pizarrillas y areniscas cuarzosas infrayacentes.

Sobre la arenisca blanca del devoniano superior de la sierra Lampaza, que media entre el río Sella y el Ponga, se apoya el mármol rojo amigdaloideo, que mide un espesor de 25 m. con numerosos *Goniatites* indeterminables. Descansa sobre ella una gran masa caliza que mide unos 250 m. de grueso, y en la cual de abajo para

(1) *Descr. geol. Asturias*, pág. 69.

arriba se suceden estos bancos: caliza azul compacta (60 m.), dolomía gris amarillenta (4), caliza azul con nódulos dolomíticos (50), caliza silícea, azul obscura, en lechos delgados (100) y caliza pizarreña azulada, á la que cubren las pizarras y grauwackas del hullero inferior. Siguen á estas un banco de pudinga de cantos calizos y pasta cuarzosa con 15 m. de espesor, y, por fin, una caliza gris clara muy fosilífera que cerca de Sebarga contiene las especies: *Petalaxis Favrei, Lonsdaleia floriformis, Axophyllum expansum, Rhodophyllum Carezi, Erisocrinus europæus, Poteriocrinus crassus, Fenestella crassa, Productus punctatus, Chonetes Jacquoti, Orthis Michelini, Streptorhynchus arachnoidea, Spirifer integricosta, S. bisulcatus* y *Platyceras neritoides*. Está limitada la caliza por un vallejo pizarreño que forma el centro de un sinclinal, pasado el cual, buzando 70° S. 20° O., reaparecen las calizas de la base del hullero inferior muy ricas en fósiles, pues contienen *Sollasia ostiolata, Amblysiphonella Barroisi, Sebargasia carbonaria, Lophophyllum costatum, Diphyphyllum concinnum, Mespelocrinus granifer, Archæocidaris Sixi, Productus longispinus Chonetes Hardrensis, Spirifer trigonalis, S. glaber, S. lineatus, S. duplicicosta, Athyris planosulcata, Rhynchonella pugnus, Pecten disimilis, Lima Buitrago, Carbonarca Cortazari, Astarte subovalis, Naticopsis planispira, Loxonema rugiferum, Macrochilina ventricosa, Schizostoma catillus, Bellerophon hiulcus, Nautilus dorsalis, Phillipsia Derbyensis*. Hacia la base de estas calizas hay un banco pizarreño muy característico por contener fragmentos vegetales arrastrados á yacimientos conchíferos.

Frente á Eno la caliza descansa sobre pizarras y pudingas de cantos y cemento calizos, figura 16, contorneadas, con buzamiento N. 20° E., apoyadas á su vez sobre una enorme masa de la caliza inferior. Encauza esta el río en una garganta muy estrecha de 1 km. de longitud, en la cual se muestra con enorme espesor por sus repetidos pliegues y por la oblicuidad del valle, notándose al pie de Caso un anticlinal en cuyo centro se descubre el mármol amigdaloideo. En esas calizas se intercala un banco de textura oolítica que es muy rara en el carbonífero de España.

En las inmediaciones de Caso reaparece la base del hullero inferior con sus calizas fosilíferas alternantes con pizarras y areniscas.

La gruta de Covadonga se abre en la caliza rojiza amigdaloidea, 2, figura 16, base del sistema, apoyada sobre bancos de arenisca blanca devoniana, y cubierta por la caliza del carbonífero inferior, 3. Si de Covadonga se cruza á las sierras de Priena y Valdelamesa, por cima de la casa de Talañes Dios, la prolongación de ese mármol rojo forma una cresta vertical, siguiendo á él las calizas azules con bancos dolomíticos y las areniscas blancas del hullero inferior, 4, desarrollado ampliamente hacia Gamonedo con las calizas grises lamelares, las pizarras y grauwackas amarillentas y algunos lechos carbonosos. Al NE. de ese pueblo las pizarras calíferas contienen *Calamites* y otros vege-

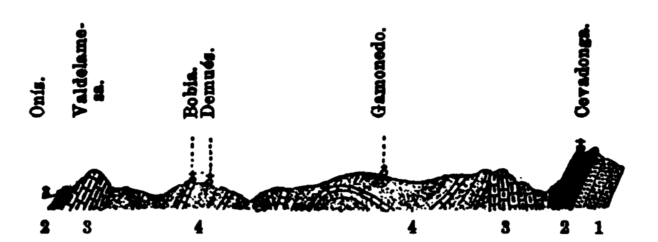


Fig. 16.—Corte de Onís á Covadonga, según el Sr. Barrois.

tales, *Zaphrentis patula*, *Streptorhynchus arachnoidea*, *Bellerophon tenuifasciata* y *B. hiulcus*. Las últimas pizarras encierran cerca del puente de Demués, además de esas cuatro especies, las siguientes: *Zaphrentis Phillipsi*, *Mespilocrinus granifer*, *Poteriocrinus originarius*, *Fenestella membranacea*, *Productus longispinus*, *P. semireticulatus*, *Streptorhynchus eximius*, *Spirifer lineatus*, *S. cristatus*, *S. mosquensis*, *S. bisulcatus*, *Pecten dissimilis*, *Carbonarca Cortazari*, *Tellinomya gibbosa*, *Ctenodonta Halli*, *Naticopsis planispira*, *Loxonema scalarioideum*, *Pleurotomaria Ivani*, *Orthonema Delgado*, *Bellerophon Urii*, *B. tenuifasciata*, *B. hiulcus*, *B. decussatus*, *Phillipsia Derbyensis* é *Ichthyodorulithes*.

Cerca del molino de Demués asoma la caliza de textura oolítica fuertemente inclinada al NO., en relación con una brecha agrisada

que encierra fragmentos de pizarras hulleras con la pizarra calcáreo-fosilífera, las calizas de crinoides y las dolomíticas amarillentas. Los mismos bancos se prolongan hacia Bobia, en cuyas calizas se hallan varias especies acabadas de citar y el *Productus Cora.*

Al N. de Bobia la arenisca blanca y la caliza azulada cambian al SO. su buzamiento, sobreponiéndose otra arenisca blanca cavernosa, llena de pequeñas oquedades, que primitivamente ocuparon cantos calizos destruídos por acciones químicas de la atmósfera. A estas pudingas ocultan más al N. una caliza gris, pizarras y las calizas azuladas de crinoides con lechos dolomíticos amarillentos, hasta el afloramiento de mármol rojo amigdaloideo, que en la bajada á Onís se pliega en un anticlinal, por el cual reaparece el hullero inferior al E. de Avín, donde se observan los siguientes miembros:

1. Caliza gris con *Amplexus coralloides, Diphyphyllum concinnum, Platycrinus gigas, Poteriocrinus crassus, Fenestella nodulosa, Productus longispinus, P. Duponti, Spirifer trigonalis, S. glaber, S. integricosta, S. duplicicosta, Rhynchonella pugnus, Naticopsis planispira.*

2. Caliza azulada compacta con *Calamites Stigmaria, Productus semireticulatus, Chonetes variolata, Aulacorhynchus Davidsoni, Orthis resupinata, Streptorhynchus arachnoidea, Terebratula hastata, Pecten dissimilis, Astarte Macphersoni, Edmondia Calderoni, Bellerophon Urii, B. navicula* y *B. tenuifasciata.*

3. Pizarras alternantes con grauwackas, tránsito á areniscas, que continúan hacia la Robellada.

Entre Covadonga y Riera se cruzan repetidas veces las areniscas blancas y el mármol amigdaloideo, al que siguen la caliza inferior y la de crinoides azulada, alternante con pizarras del hullero inferior.

Encaja en las calizas azules, á causa de un anticlinal, una faja de mármol rojo de 40 m. de ancha en Triongo; entre este pueblo y Soto inclinan al N. dichas calizas con lechos dolomíticos, y por fin, entre el valle de Güeña y Cangas de Onís predominan las areniscas blancas, á las que siguen las amarillas y rojas.

Al S. de Rivadesella, la caliza gris azulada, con numerosas vetillas

espáticas, buza al N., y en el camino de Llovin alterna con grauwackas que tienen restos vegetales, con pizarras sabulosas y bancos de silex. A las mismas calizas del carbonífero inferior acompaña al N. de Santianes una faja dolomítica arenosa de 40 m. de espesor; y al otro lado del mismo pueblo asoman las areniscas blanquecinas y verdosas, presentándose en Frías las pizarras del hullero inferior, dobladas en un sinclinal apoyado sobre la gran masa de calizas de la sierra de Escapa, cuyos bancos inclinan al SO. Algunas de estas son silíceas, otras veteadas de blanco, intercalándose con un grueso de 20 m. dos fajas de dolomía rosada de grano basto. Las caras inferiores se apoyan al E. de Margolles sobre el mármol rojo y verdoso amigdaloideo, en el cual se hallan *Poteriocrinus minutus*, *Orthis Mi-*

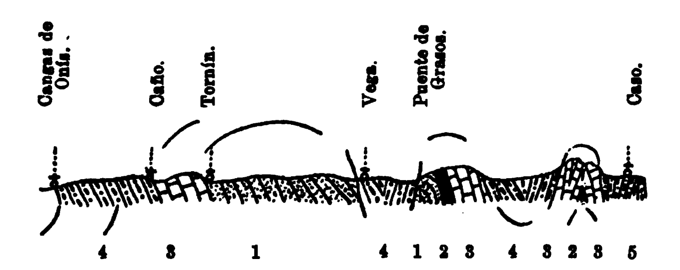


Fig. 17.—Corte de Cangas de Onís á Caso, según el Sr. Barrois.

chelini, *Goniatites Henslowi*, *G. crenistria* y *Orthoceras giganteum*. Claramente se ve apoyado el sistema sobre las areniscas devonianas de Margolles y Cuenco, repentinamente limitadas por una falla entre el segundo pueblo y Triongo, edificado sobre las pizarras y grauwackas del hullero inferior, á las que siguen areniscas y calizas inclinadas al NO. Entre Triongo y Cobiella se intercala una capa pizarreña antracitosa, y antes de llegar á Las Arriondas cambia al lado opuesto el buzamiento del sistema.

Al O. de Cangas de Onís inclinan al S.SE. las pizarras y calizas arcillosas, 4, fig. 17, con *Fusulinella sphæroidea*, *Productus semireticulatus* y crinoides, entre las cuales se observan lechos dolomíticos amarillentos pasado el Caño, apoyándose aquéllas sobre las areniscas

blancas de Tornín, idénticas á las del Cuenco. Estas areniscas, 1, probablemente devonianas, invertidas sobre la caliza de montaña, se extienden hasta Vega, donde reaparecen las calizas blancas y azuladas, 4, del tramo de Lena, que hasta el puente de Grasos alternan con lechos pizarreños de crinoides y otros carbonosos, y se destacan del resto de las formaciones entre dos fallas. Pasada la inmediata al puente, asoman dobladas en un sinclinal las areniscas del devoniano superior, sobre las cuales aparece una fajita del mármol amigdaloideo, 2, que por el anticlinal marcado en Sebarga vuelve á verse entre Eno y Caso, limitada por los otros dos tramos del sistema citados, que se desarrollan mucho más ampliamente.

Entre Rivadesella y los confines de Santander avanza el carbonífero hasta el mar, recortadas sus rocas en estrechas y sinuosas bahías con pintorescos acantilados, á cuyo pie parecen juguetes de las olas los enormes peñascos desprendidos.

La caliza de la parte inferior del sistema es la roca que más abunda en estas costas escarpadas; y así se ve al E. de Palo Verde, donde se distinguen tallos de *Poteriocrinus*, intercalándose una faja de 10 m. de dolomía amarillenta, dura y cavernosa. Con el buzamiento al S. predominante en la superficie de las mismas rocas, se destacan infinidad de cristalillos de cuarzo por las escarpas de Toriello, la desembocadura del Aguamia, Villanueva y Orcado de Cuevas, siempre con señales borrosas de crinoides y corales; y junto al Cabo de Mar, pasado el río de Nueva, se hallan en dicha caliza *Poteriocrinus crassus*, *Streptorhynchus eximius*, *Spirifer lineatus*, *Athyris planosulcata* y *Schizostoma catillus*.

Otra localidad muy importante por su abundancia de fósiles es la bahía situada al N. de Ontoria y al O. del cabo de Castro-Molina, cuyas calizas gris-rosadas, que representan los últimos bancos del carbonífero inferior, soportan otras calizas nodulosas con *Poteriocrinus crassus*, *P. originarius*, *Spirifer bisulcatus* y *Conocardium alæforme*. Siguen á ellas pizarras y areniscas con *Bellerophon* y *Calamites*, calizas negruzcas con *Fusulinella sphæroidea* y otra caliza azulada, donde además de esta última se hallan *Lophophyllum reti-*

*culatum, Petalaxis Favrei, Koninkophyllum interruptum, Lonsdaleia rugosa, Monticulopora tumida, *Fistulopora minor, Cyathocrinus mammillaris, C. quinquangularis, Erisocrinus europœus, Fenestella membranacea, Archœocidaris Sixi, Productus punctatus, *P. aculeatus, P. semireticulatus, Orthis Michelini, *Spirifer lineatus, *S. cristatus, *S. striatus, Arca tessellata, Cardiomorpha sulcata, Naticopsis Ciana, N. nodosa*, var. *Wortheni, N. planispira, Pleurotomaria Vidali, Orthonema Delgado, Bellerophon hiulcus, B. decusatus.*

Entre esta caliza, correspondiente al hullero inferior, se intercala junto al mar, al E. de Castro-Molina, una faja de 50 m. de areniscas blancas, pizarras cuarzosas grises y rojas. Siguiendo por la costa más al E., se cruza un sinclinal de capas casi verticales, inclinadas al S. 20° E., y por el cual aparecen las del carbonífero inferior.

Entre la desembocadura del Huergo y el lugar de Espiella, las calizas grises verticales alternan con margas pizarreñas, donde se encuentran, además de las especies de la lista anterior precedidas de un *, las siguientes: *Campophyllum compressum, Alveolites irregularis, Cyathocrinus planus, Platycrinus granulatus, Euryocrinus concavus, Poteriocrinus crassus, Polypora fastuosa, Rhabdomeson funicula, Productus longispinus, Chonetes variolata, Orthis resupinata, Spirifer trigonalis, S. glaber, S. mosquensis, S. bisulcatus, Rhynchonella pugnus* y *Platyceras vetustus.*

La caliza compacta gris, con bancos dolomíticos amarillentos, se corta en acantilados desde el islote Deshuracado y la punta de las Huelgas hasta la ría Bedón, donde asoma la arenisca blanca devoniana de San Antolín, debiendo ocultarse su prolongación bajo las tierras de labor.

Siguiendo la carretera de Rivadesella á dicha ría Bedón, las calizas compactas inferiores se alzan entre esa villa y Toriello, en cuyo pueblo se muestran los bancos pizarreños con crinoides, á los que siguen las pizarras obscuras que cerca de Roncello encierran capas de carbón, así como en Pría, donde alternan con calizas negras y grauwackas, las cuales tienen *Zaphrentis Phillipsi, Koninkophyllum interruptum, Monticulopora tumida, Poteriocrinus crassus, Fenestella*

membranacea, *Productus aculeatus*, *Streptorhynchus arachnoidea*, *Rhynchonella pleurodon*, *Conocardium Cortazari*, *Astarte subovalis* y *Bellerophon Urii*.

Al SE. de Pría y de Villanueva vuelve á penetrarse en las calizas inferiores, con la alineación general N.NE. á S.SO. hasta cerca de Nueva, situado en la arenisca blanca devoniana.

Desde la punta del cabo Prieto hacia el E., las calizas se cargan extraordinariamente de magnesia, pasando á dolomías finas ó de grano basto, de colores claros, con numerosas geodas tapizadas de cristalillos de la misma substancia. Esas dolomías tienen manchas rojas ferruginosas en el bajo de la Vaca, intercalándose calizas azuladas y grises hacia la desembocadura del Niembro y en Barro.

Por sus caracteres litológicos corresponden al mármol amigdaloideo las calizas muy plegadas y desgarradas gris-verdosas, con lechos pizarreños abigarrados que sobre la arenisca devoniana de la sierra de San Antolín asoman hacia Posadas con 50° de inclinación primero al N. 20° O., después al S. 20° E. y, por fin, al SE. Sucesivamente se apoyan sobre ella la caliza de montaña y la azul negruzca con *Fusulinas* del hullero inferior, plegadas en un amplio sinclinal hasta Mere, aparte de multiplicadas ondulaciones. Se incluyen en ella algunas pizarras bastas y grauwackas con lechos carbonosos hacia Rales, con tanitas en Herrera, con samitas que contienen vegetales al S. de Torrevega, prolongadas todas las capas hasta Mere, donde reaparecen las potentes masas de la caliza inferior.

Cerca del molino Antolín asoma inferior á esta última y casi vertical el mármol amigdaloideo con *Poteriocrinus minutus*, *Spirifer sublamellosus*, *S. glaber*, *Chonetes papilionacea* y *Phillipsia Castroi*. La caliza de montaña superior á ella es azulada obscura, divisible en plaquitas delgadas, silícea en la parte superior, inclinada al S., casi vertical. Siguiendo más adelante el río Cabras, á unas areniscas sin fósiles, blancas y micáceas, que pudieran ser hulleras, como sospechó Schulz, cubren capas de pizarra, grauwackas verdosas y otras areniscas amarillas, tal vez del hullero, y, por fin, otras pizarras y

grauwackas con lechos carbonosos diversamente plegadas, hasta ocultarse bajo el cretáceo de Robellada.

Las calizas negruzcas silíceas con dolomías cavernosas se recortan en bancos sumamente desgarrados por las escarpas de Silo y Sorraos, en sitios horizontales, en otros verticales, doblándose más al E. en un sinclinal en cuyo centro está Arnielles. Se extienden las calizas gris-azuladas inferiores entre este sitio y la punta Vallota, donde se apoyan sobre otras grises rosáceas, nodulosas, inclinadas al N., con especies propias del mármol amigdaloideo, tales como *Goniatites cyclolobus*, *C. Henslowi* y *C. crenistria*, á las cuales se agregan *Zaphrentis Omaliusi*, *Poteriocrinus minutus*, *Spirifer glaber*, *Productus rugosus*, *Orthis Michelini* y *Orthoceras giganteus*. Miden 25 m. y se apoyan sobre la fajita devoniana ya anotada.

Limita la bahía por el E. un barranco pantanoso ajustado á una falla que á un lado deja las areniscas devonianas, asomando por el otro las calizas del hullero inferior con *Ctenodonta Halli*, *Fusulina sphæroidea*, *Lonsdaleia rugosa*, *Poteriocrinus crassus*, *Spirifer integricosta*, *Athyris planosulcata* y *Bellerophon hiulcus*. Alternan en la costa con delgados lechos pizarreños y se apoyan en Puertas sobre la caliza inferior, prolongada hasta los confines de Santander.

Dejando á un lado la costa, al E. de Llanes, pasada la manchita cretácea, las calizas inferiores, grises y compactas, se hacen silíceas y más obscuras cerca de la sierra de Cué, donde aparecen el mármol rojo amigdaloideo y las areniscas devonianas.

A pesar de las minuciosas exploraciones de Schulz y otros geólogos, mucho queda por deslindar entre los Picos de Europa y la sierra de Cuera, por donde principalmente se extienden las mayores manchas de la caliza de montaña, entre fajas más deprimidas del hullero inferior. Las calizas arcillosas fosilíferas de Demués se prolongan 15 km. al E., retorcidas con gran desorden estratigráfico por Val de la Barra, Poó y Arenas de Cabrales. Se tienden en sitios hasta los 35° y buzan al N. en la Riega de Val de la Barca, donde encierran muchos vegetales fósiles y una capa delgada de carbón de buena calidad. Las areniscas blanquecinas de su caja sólo inclinan 20°

N.NE. cerca de la confluencia del Casaño y el Cares, no lejos de Carreña, apoyadas sobre la caliza que en Poó y Arenas muestra *Productus punctatus*, *P. costatus*, *S. lineatus*, *Athyris hastata*, *Euomphalus*, etc., á la derecha del último río citado. También abundan en crinoides, *Bellerophon* y otros fósiles las calizas de la bajada de las Estasadas ó vueltas de Ricao allí inmediatas.

León.

No habiéndose publicado todavía de esta provincia al menos una sucinta reseña, faltan los datos relativos al conjunto del carbonífero; y si bien la base y el tramo más inferior del sistema se extienden en muchos kilómetros cuadrados, los antecedentes que hoy se conocen se refieren casi exclusivamente á las cuencas hulleras. Esto me obliga á detallar éstas con mucha mayor amplitud que lo haría si alguien hubiese explorado detenidamente la caliza de montaña.

Las cuencas hulleras de León y Palencia son la continuación de las asturianas, de las que están separadas por el desgarramiento de los estratos hulleros al aflorar los grandes macizos de caliza carbonífera y las diversas rocas más antiguas de las empinadas crestas de la cordillera cantábrica, aparte de que en varios sitios, como los puertos de San Isidro, Piedrafita y Ventana, se señala el enlace directo de las manchas hulleras de ambas vertientes.

Consideradas en conjunto, las cuencas castellanas se dirigen de E. á O. en la provincia de León y parte occidental de Palencia; en la central de esta última se alínean de N. á S., y en el extremo oriental de la misma se arrumban al NO. con buzamiento al NE. «Basta fijarse en la distinta longitud ocupada por el hullero en ambas vertientes, advierte el Sr. Oriol (1), para comprender los movimientos que desgarraron en girones la primitiva continuidad de la gran formación del Norte de España. Desde Orbó, en el extremo oriental de

(1) *Cuencas hulleras castellanas. Rev. Min.*, C, tomo XII, pág. 387.

Palencia, hasta el Vierzo, en el occidental de León, presenta la faja carbonífera castellana una línea de 196 km., al paso que en Asturias la línea paralela no ofrece una longitud superior á 65 km. desde Riosa hasta Cangas de Onís. Se comprende, por lo tanto, que la parte principal y más abundante en combustible haya quedado comprimida y estrujada en el centro de Asturias con numerosas fallas y ondulaciones en todos sentidos, mientras que en Castilla la extensión longitudinal del hullero se acerca más á su longitud primordial; pero ofrece, en cambio, menor anchura y una alteración mucho menos complicada en la posición de los estratos.

»Por otro lado, los fenómenos de denudación y de hundimiento fueron más enérgicos en Asturias que en Castilla, suministrando al minero alturas hasta de más de 700 m. en la provincia de Oviedo, á las cuales no se llega, ni con mucho, en las de León y Palencia.»

Cuenca occidental.—Se compone de varios grupos, que se consideran independientes ó aislados desde el punto de vista de su interés industrial, todos muy poco explorados, unos por sus grandes distancias de la vía férrea de Galicia, que es la más próxima; otros por sus carbones demasiado secos.

Grupo de Fabero ó del Vierzo.—En el extremo NO. de la mancha apenas es conocido el grupo nombrado de Fabero más que por la capa de hulla antracitosa de la mina *Luisa*, término de Otero de Naraguantes, á 6 km. de Vega de Espinaredo.

Otras por descubrir existirán probablemente en las inmediaciones de Toreno, por donde abundan los vegetales fósiles de las especies *Annularia longifolia*, *Rhacopteris elegans*, *Pecopteris Defrancii*, *P. heterophylla* y *Alethopteris Dournaisii*, características del hullero superior.

La composición de las hullas del Vierzo, según ensayos del Ingeniero Filgueira (1), es la siguiente:

(1) *Rev. Min.*, C, tomo XII, pág. 386.

LOCALIDADES	Carbono fijo.	Materias volátiles.	Cenizas.
Folgoso del Monte	78,26	21,74	31,00
Quintana de Taseros	73,69	26,31	5,00
San Andrés de las Puentes	78,38	21,62	26,00
Mina *Marsellesa*	82,02	17,98	11,00
Mina *Carbonera*	72,04	27,96	7,00

La última rinde 74 por 100 de cok, las demás no coquizan y la primera produce 7945 calorías.

Grupo de Tremor.—A pesar de que le cruza el ferrocarril de Galicia entre Bembibre y Brañuelas, muy escasas son las investigaciones y las labores efectuadas para aprovechar las hullas de este grupo, sea porque son demasiado secas, ó por la carencia absoluta de espíritu industrial en el país. Bien merecerían, sin embargo, examinarse con detención, entre otras capas de combustible, la que en término de San Vicente aflora á menos de 2 km. de la estación de la Granja, y la que en el Tremor de Arriba, á 11 km. de la de Brañuelas, mide más de un metro de grueso, inclinada al SO. De los vegetales fósiles que anuncian la proximidad del carbón, se han recogido entre La Torre y Brañuelas *Annularia longifolia*, *Pecopteris pennæformis* y *Stigmaria minuta*, las dos primeras muy frecuentes en el hullero superior.

Grupo de Valdesamario.—Con un ancho máximo de 600 m., se le asigna una longitud de 12 km. desde Valleón ó Valle Gordo hasta Valdesamario, contándose tres capas principales que inclinan 60° SO. con espesores de 30 á 80 cm.; otra alineada al E. con buzamiento meridional y un espesor de un metro, y otra que inclina al N.NE. y debe ser repetición de alguna de las anteriores. Las clases de carbón varían de los secos antracitosos á los semigrasos. Dista el grupo 28 km. de la estación de Brañuelas, y por su aislamiento se halla todavía muy poco explorado.

En la mina *Jesús* mide una capa 80 cm., inclina 60° SO., y más al E. hay otras dos de 30; en la *María*, término de Murias de Ponjos, pasa de un metro de espesor la principal, desviada al E. con fuer-

te inclinación al S., y las *José* y *Sindicato*, del mismo término y Espina, comprenden otra delgada que buza al N.NE.

Grupo de La Magdalena.—Sito á 12 km. al O. de La Robla, mide un ancho de poco más de uno, y la longitud de 11 entre los collados de Quintanilla de Bobia y de Olleros, avanzando al O. hasta Carrocera, á 4 km. del río Luna, que la cruza en su parte central, por los términos de Otero de Dueñas, Cañales y La Magdalena. En su parte occidental, á 150 m. de Quintanilla de Bobia, se cuentan seis capas, que, á partir de la más meridional, tienen los espesores siguientes: la primera, de 0,70; la segunda, un metro; la tercera, 1,30; la cuarta, 0,80; la quinta se reduce á 0,30, y poco más mide la sexta. Las distancias á que están separadas, son respectivamente de 10, 8, 30, 6 y 16 m., ó sea en total 70 m. En el camino de la Lomba y Lavanderas asoma la primera subdividida en varias vetillas; y un kilómetro más á L., en los Valles de La Magdalena, es la más importante la tercera, bastante limpia y con 2 m. de espesor.

Siguiendo desde La Magdalena las orillas del río Luna hacia el N., se encuentran primero las capas de hulla verticales entre areniscas y pizarras. En Garaño asoma un banco de pudingas inferior á ellas y acompañado de otro de arenisca con *Calamites*, al que siguen otras areniscas y pizarras inclinadas 75° S., apoyadas en estratificación discordante sobre las pizarras y calizas devonianas que en el arroyo de Binayo inclinan 45° O.NO.

Las seis capas de carbón explotables de esta cuenca pueden examinarse en el arroyo de La Pedrera, al N. de La Magdalena, y entre las areniscas de este pueblo se ven además algunos lechos carbonosos de 2 á 4 cm. En la parte del Serrón del citado arroyo asoma la tercera con un espesor de $1^{m},30$ y un pendiente de pizarra en que abundan los restos vegetales. A 40 m. de la tercera se halla la cuarta, con espesores de 0,75 á un metro, á la que sigue la quinta, apenas reconocida por este lado. Todas son notables por su perfecta regularidad, sin que se note pliegue alguno en el sentido del buzamiento, observándose además que el combustible mejor se halla en el yacente, y debe clasificarse entre las hullas grasas ó de fragua, que

producen excelente cok. Su composición media es, según el señor Oriol [1], la siguiente: carbono puro, 72,92; materias volátiles, 20,08; cenizas, 9,16; cok, 75,40; calorías, 7697. Estos resultados difieren poco de los hallados varios años antes por Paillette, quien encontró en estos carbones 71 por 100 de cok, 29 de materias volátiles y 9,95 de cenizas [2].

Las especies recogidas en este grupo son *Pecopteris arborescens*, Schlot.; *P. cyathea*, Schlot.; *P. polymorpha*, Brong.; *Aletopteris Serlii*, Brong.; *A. Grandini*, Brong.; *A. lonchitica*, Schlot.; *Neuropteris gigantea*, Stern.; *Ciclopteris trichomanoides*, Brong.; *Annularia radiata*, Brong.; *A. sphenophylloides*, Zenker; *Calamites Suckowi*, Brong.; *Calamocladus foliosus*, Lin. et Hut. sp., y *Sigillaria elliptica*. Casi todas justifican que la gran mancha occidental de esta provincia corresponde, como las occidentales de Asturias, al hullero superior más bien que á la base del hullero medio.

CUENQUECITA DE LA CEANA.—Todavía no está suficientemente estudiada, y los escasos datos que de ella se conocen se deben á Don Angel Rubio [3].

Pudingas, areniscas de diverso grano y pizarras arcillosas alternantes, son, como es general, las rocas que la forman. La pudinga, cuarzosa en algunos sitios, mide más de 25 m. de espesor; en las areniscas, con más frecuencia de grano grueso, abundan nódulos carbonosos é impresiones de *Calamites cannæformis* y otras especies. Las pizarras arcillo-carbonosas, entre los ríos San Miguel y Orallo, con mucho espesor encierran varias especies de helechos (*Pecopteris arborescens*, *Neuropteris longifolia*, etc.) Es constante en esta parte de la provincia el buzamiento al SO. ó al O.SO., con inclinaciones comprendidas entre 30 y 60°, resultando como dirección media la N. 25° O. En la braña de los Collados las capas se alinean al O. 10° N.; en la collada de Cerredo, O. 30° N.; en la braña de Ca-

(1) *Rev. Min.*, C, tomo XII, pág. 386.
(2) *Bull. Soc. géol. de France*, 2.ª serie, tomo II.
(3) *Bol. Mapa geol.*, tomo III, pág. 337.

boalles de Arriba, Berganaz y el Puerto de Leitariegos, al NO.; en la Peña del Calderón, al N.NO.; en Cueva Cambón, Dehesa Vieja y Movida de Villager, al N. 25° O.; en Sosas, al N. 15° O.

La hulla, que es muy seca, asoma en la collada de Cerredo, al E. de Orallo, en la braña Bujonte de San Miguel, entre Villaseca y Lumajo, en Carrasconte y en la vega de la Mora, cerca de Quintanilla, siendo imposible decir nada de su espesor, pues apenas están exploradas y sólo en limitados parajes se extraen pequeñas cantidades por los caleros.

Al N. de Villablino se intercala entre los estratos carboníferos una fajita de pórfidos cuarcíferos muy duros, agrisados, rojizos y amarillentos, de 7 km. de largo, con un ancho de 200 m., término medio. Comienza al E. de Orallo, continúa por Prado Encorrado, cruza el río de San Miguel y termina en el barrio alto de Sosas, donde la roca es muy blanda y se halla muy descompuesta.

Cuenquecitas de Arbás y sus inmediatas.—Pasada la divisoria por las vertientes de León, pierde mucho el interés industrial de las capas de carbón del manchón central asturiano, á causa principalmente de lo seco ó antracitoso de que se hace el combustible. Así sucede en los grupos hulleros de Busdongo, Tonín, Golpejar, Canseco y otros inmediatos.

Al E. del Puerto de Pajares, en los confines de León y Oviedo, afloran varias capas de carbón en el vallejo de los Pozos, al pie del Alto de las Pajarinas, una de las cumbres de la cordillera, á 3 kilómetros NE. del convento de Arbás, donde dicho valle afluye al Bernesga. Los bancos de pizarras y areniscas que acompañan al carbón, son la prolongación meridional de los mismos que de la parte alta de los concejos asturianos de Aller y Pola de Lena doblan la falda S. de las cumbres de la Pedrera y las Lambas del Rucio, con inclinaciones que varían entre 25 y 55° E., acodándose después al E. 27° N., muy tendidas al S.SE. Estas son la alineación y el buzamiento de la capa de carbón más septentrional, cuyo espesor pasa de un metro, pero cuyo carbón es muy seco y se halla fraccionado en secciones separadas por caras encorvadas muy lustrosas.

A 200 m. al O.SO. de la anterior, aflora otra capa más tendida todavía, subdividida en dos lechos por una cuña de pizarra.

En el término de Tonín, próximo también á Busdongo, se fijó la mina *Amistad* sobre una capa de hulla inclinada 45° O. 10° N., que no parece tan seca como las anteriores; en otra más delgada y de peor calidad, se demarcó la *Casualidad* en el de Golpejar; y las mismas capas inclinadas al S. penetran en el término de Canseco, quedando mucho por estudiar y explorar para conocer estas zonas meridionales de la gran mancha asturo-leonesa.

La mina *Rodiezno*, término de Villamanín, explotó someramente algunas capas de hulla antracitosa, cuya composición media es la siguiente: carbono, 57,05; materias volátiles, 42,95; cenizas, 9,20; calorías, 7459.

En Villamanín, Rodiezno y Villanueva se desarrollan principalmente las pizarras y areniscas con impresiones vegetales, y en el último pueblo citado se intercala entre ellas una caliza arcillosa con *Poteriocrinus crassus*, *Rabdomeson funicula*, *Archæocidaris Nerei*, *Productus Cora*, *Chonetes variolata*, *Aulacorhynchus Davidsoni*, *Streptorhynchus arachnoidea*, *Spirifer glaber*, *S. bisulcatus*, *Naticopsis Collombi*, *Loxonema scalarioideum*, *Pleurotomaria conica* y *Bellerophon hiulcus*, especies del hullero inferior ó tramo de Lena, que por el N. se apoya en la caliza compacta gris azulada del tramo inferior, con un espesor de 120 m.

Extremo NE. de la provincia.—La carencia de datos geológicos del extremo NE. de la provincia es casi absoluta. Los puertos de Caín, la sierra Grande y demás montañas que rodean por el S. á los Picos de Europa, se componen, como éstos, de enormes masas de caliza inferior carbonífera. Las pudingas silíceas del hullero inferior se desarrollan extraordinariamente en los elevados serrijones de Llávenes y Portilla, cerca del Puerto de San Glorio, por donde se pasa á la Liévana.

Cuenca hullera de Ciñera y Matallana.—Mide 19 km. de longitud, con un ancho de 2 á 5 y una superficie de 76 km. cuadrados, las dos terceras partes de los cuales vierten sus aguas al Torío, y el

resto al Bernesga. La casi totalidad queda á la izquierda de este último río, entre Ciñera y la Pola de Gordón, hasta las orillas del arroyo de Los Molinos, al O. de Aviados. Sus límites septentrionales siguen el vallejo de Ciñera hasta el nacimiento del arroyo, las crestas de caliza devoniana, que continúan hasta Coladilla, y de este pueblo al pie meridional del desnudo pico Polvareda, de donde tuercen al SE. en dirección á Correcillas.

Aparte de ciertas inflexiones, el límite meridional comienza en el Cueto de San Mateo, de donde se prolonga á la collada de Llombera, los picos Fayeo y El Coroyo, á las peñas de Los Pisones y de Utrera, cortadas por el Torío; de aquí, por la collada de Salinas á Peña Cantábrica, bajando de ésta á las sierras de Aviados, al pie de las cuales se halla edificado este pueblo por las opuestas vertientes del S.

Considerados en conjunto, es decir, prescindiendo de varias ondulaciones, los estratos de la cuenca muestran un doble pliegue, cuyas cuatro ramas tienen desigual longitud y extensión, tanto en el sentido de la dirección como en el de la inclinación, con frecuencia menor de 45°, por término medio comprendida entre 45 y 70°.

Siguiendo la carretera general ó la vía férrea de León á Oviedo, se pueden observar los cortes que el Bernesga hizo transversalmente á los bancos paleozóicos, encontrándose la caliza marmórea de la base del carbonífero cerca de Puente Alba, donde contienen, entre otras especies, *Poteriocrinus minutus*, *Athyris Royssii*, *Orthoceras giganteum*, *Goniatites Henslowi*, *G. Malladæ*, *G. crenistria*, *Phillipsia Castroi* y *Ph. Brongniarti*. Miden los bancos 30 m. de espesor, y les sigue más al N. una faja de caliza carbonífera de unos 100, que reaparece al N. de la Pola de Gordón, extendiéndose sobre la izquierda del río hasta Santa Lucía, cerca de cuyo pueblo asoma nuevamente la caliza marmórea roja con *Goniatites crenistria*, *G. cyclolobus* y *Orthoceras giganteum*. En las canteras altas de la Pola las capas inclinan 20° S. 20° E., limitando por el N. la prolongación occidental de la faja hullera que ocupa el fondo del vallejo de Santas Martas.

Un corte general á través de la cuenca por su punto más céntrico y más culminante, ó sea Cotil de Fierro, sería el que de Valporque-

ro pasara á Valle; de este pueblo á la citada cumbre, descendiendo después á los Puertos de Don Diego, para prolongarse á las montañas calizas del Cueto de San Mateo y Llombera. Valporquero está edificado sobre las calizas dolomíticas del carbonífero inferior, inclinadas 58° N. y apoyadas sobre otras compactas blanquecinas alternantes con otras rosadas, que se extienden por los llanos de la Moneca y los Puertos de Lavid. Algunos lechos inferiores, asociados á pizarrilla arcillosa, representan el mármol rojo amigdaloideo, base del sistema. Con inclinaciones gradualmente decrecientes yacen inferiores otros bancos pertenecientes á los otros sistemas paleozoicos, y son: la arenisca ferruginosa devoniana que se extiende más al O. en dos ramas principales, una que pasa al N. de Lavid, y otra que se dirige al NO. por encima de Villasimpliz; las cuarcitas micáferas pizarreñas silurianas que continúan al O. en dirección al túnel de La Gotera, á orillas del Bernesga; la faja de caliza roja arcillosa con fósiles cambrianos, y, por fin, unas cuarcitas tabulares en lechos de 10 á 30 centímetros, separados por otros más delgados de pizarra silíceo-arcillosa gris verdosa.

Entre dos fallas se destaca en Valle una fajita hullera, y al S. de dicho pueblo asoma una pizarrilla arcillosa y deleznable que debe ser devoniana, á la cual se sobrepone la serie hullera, onduladas sus capas por un anticlinal entre dos pliegues sinclinales, y terminadas al S. en las calizas devonianas del Cueto de San Mateo.

Con un espesor comprendido entre 200 y 250 m., cubre al hullero rico en carbón una zona superior desprovista de capas explotables que aisla geográficamente en tres grupos esta cuenca. En su mayor parte, esa zona pobre se compone de areniscas arcillosas, en sitios tabulares, que desde Cotil de Fierro se extienden al S. con irregulares contornos por los altos de Tabliza, incluídos en la divisoria del Bernesga y del Torio. A este último pertenece el grupo más extenso, ó sea el de Matallana, mucho mayor que los otros dos dependientes del Bernesga, que voy á describir.

Grupo de Ciñera.—Es el menor de los tres: comprende la parte NO. de la cuenca; le limitan al N. las montañas de Cuértago, Confor-

ceo y Las Medianas; al E., Cotil de Fierro; al S., el vallejo de Santa Lucía, y al O., el Bernesga, no sin una curiosa intrusión de rocas silurianas que á modo de cuña penetran hasta cerca de las labores de las minas *Adela* y *Bernesga* 1.ª Las cuarcitas y pizarras silurianas con costras verdosas de clorita, en capas diversamente inclinadas al NE., que por las márgenes del río asoman entre Ciñera y Santa Lucía, se prolongan al E. por el monte Cilorno, mostrándose discordantes con buzamiento inverso las capas hulleras, de las que están separadas por una falla, á la cual se ajusta el arroyo de Ciñera ó Reguera. Al N. de él limita en parte la cuenca una faja de caliza roja cambriana.

No es en este grupo donde se descubren en mayor número las capas de hulla, pues en rigor se reducen á una principal, que yace hacia la base; otras dos dignas de mención, aunque menos importantes, y varios afloramientos carbonosos de escaso interés. La capa principal en que radican los antiguos registros *Emilia*, *Bernesga* 1.ª y *Anita*, se dobla en una distancia de poco más de un km. con cuatro cambios de buzamiento.

En el límite septentrional de la cuenca, la mina *Emilia* sigue la capa principal con cinco pisos ó niveles. En el primero su espesor apenas llegó á 70 cm. en sus 100 m.; luego fué aumentando hasta cerca de 5 m. á los 150, conservándose tan gruesa hasta los 250 con una inclinación de 35° S., que aumentó á los 50° en el segundo piso, donde la potencia variaba entre 4 y 6 m. En el cuarto piso se llegaron á medir hasta 12 m. de grueso á los 220 de la entrada de la galería general. A los 60 m. de la boca del quinto nivel se redujo á 1 el espesor, apareciendo en el muro una pizarra jabonosa; volvió á estrechar á los otros 60, pero pronto recobró el grueso más frecuente de 3 á 4, con la inclinación de 70° S.

A la distancia media de 8 m., superior á la capa principal, hay otras dos que fueron cortadas por diversas transversales. En el segundo piso la primera, dividida en dos lechos por una regadura de pizarra, tiene un espesor de un metro en la longitud de 150, pasada la cual se redujo á una guía.

A los 25 m. de la entrada de la galería principal, en el cuarto nivel de la misma mina, una transversal de 16 la cortó con 1,60, también separada en dos lechos por la cuña pizarreña; pero se perdía el carbón en largos trayectos, aproximándose á la principal hasta la distancia de 5 m. En el mismo cuarto nivel, á 6 más al S. de la segunda capa, hay otra tercera de 0,80.

Las tres capas de la *Emilia* se prolongan al E. á pequeña distancia de las calizas devonianas de Las Medianas por las Campas de Villar, pasando de éstas á la collada de Guin en la cuenca hidrográfica del Torío.

Existe la capa *Ramona* á 50 m. más al S. de la principal, y es de bastante interés, tanto por su longitud, pues recorre varios kilómetros en el grupo de Matallana, cuanto por su espesor, que excede de un metro en varios sitios.

En esta parte de la cuenca abundan los restos correspondientes á las siguientes especies: * *Calamites cannæformis*, Schl.; *C. Suckowi*, Brong.; *Sphœnophyllum emarginatum*, Brong.; * *Annularia sphenophylloides*, Zenk.; *Dictyopteris Brongniarti*, Gutb.; *Neuropteris imbricata*, Goep.; *Aletoptheris Serli*, Brong.; *A. aquilina*, Schl.; * *Pecopteris polymorpha*, Brong.; *P. Cyatea*, Schl.; * *P. arborescens*, Brong.; *Sigillaria Costei*, Brong.; *S. rugosa*, Brong.; *Stigmaria ficoides*, Brong., y *Halonia tuberculata*, Brong. Varias de éstas se hallan en el hullero superior de Asturias, al cual, más bien que al medio, corresponde esta cuenca, como lo justifican las precedidas de un asterisco.

Entre las muchas variaciones estratigráficas del grupo es importante la de la mina *Bernesga* 3.ª, donde una masa de 10 m. de espesor representa, según el Sr. Oriol, la reunión de las cuatro capas que más al E. se regularizan en las minas *Emilia* y *Ramona*. Esa masa afecta la forma de la proa de un barco, cuyo fondo ofrece un buzamiento al E., hacia cuyo rumbo se abren en abanico rizadas en zig-zag dos ramas divergentes: la meridional dirigida al SE. á las pertenencias de la Sociedad Vasco-Leonesa, y la otra alineada al S. con mucha regularidad.

Al otro lado del arroyo que baja á Ciñera reaparece la capa principal de la *Emilia*, que en la *Anita* tiene el espesor medio de 6 m., pues si bien en algunos puntos se reduce á uno, pasa de 8 en otros, y en esta mina se observó mejor que en las demás de la cuenca el doble pliegue general, más enérgicamente señalado en el grupo de Ciñera que en los otros dos. Desde el límite septentrional de la cuenca en la *Emilia* hasta el arroyo que desciende de Cotil por la *Ramona*, buzan las capas al S.SO., y en las labores septentrionales de la *Anita* inclinan 30° N.NE., hasta la galería de dirección, donde se notan tres inflexiones sucesivas.

Superiores á las capas reseñadas existen otras en la sierra de Las Tambascas, prolongación SO. de Cotil de Fierro, una de ellas separada en dos ramales por una faja de pizarras de 12 cm. El del muro llega á 50 cm. en algunos sitios; el del techo apenas alcanza 15, y más abajo aparecen agrupados varios lechos que en un ancho de 7 m. alternan con otros de pizarras y arenisca inclinados 70° S.

Hacia la mitad de la bajada de dicha sierra al vallejo de Villagarcía asoma en reducido espacio, con 1m,50 de espesor, un banco de pudinga de cantos pequeños, y en el fondo del mismo aparecen dos afloramientos de carbón. Constituyen el primero dos lechos de 50 centímetros, separados por una zona estéril de 70, prolongación oriental de la capa de la *Anita;* y 100 m. más al S., á unos 40 más bajo, ocupa el fondo cónico del vallejo otro afloramiento correspondiente á los de la *Candelaria* del grupo siguiente.

Excepcionalmente, no por largo espacio, en el extremo occidental de Cotil de Fierro, las areniscas y pizarras hulleras se arrumban al NE., inclinando entre 25 y 30° SE.; trastorno que se prolonga por una hoya circular al pie de Collada Quebrada, y que continúa hasta el remate de la cuenca en las calizas devonianas de la Cervaliza.

Según diferentes y numerosos ensayos, los carbones de Ciñera tienen de 83 *(Bernesga)* á 87,83 (capa 3.ª de la *Emilia)* de carbono puro, de 12,17 *(Emilia)* á 17 *(Bernesga)* de materias volátiles, de 5,32 *(Ramona)* á 11,48 *Bernesga)* de cenizas, y las cifras de sus calorías oscilan entre 7618 *(Emilia 3.ª)* y 8038 *(Emilia 2.ª)* Co-

quizan difícilmente, y se hallan en el límite de las semigrasas de llama corta y las antracitosas.

Grupo de los Puertos de Don Diego.—Continuando transversalmente á las capas la marcha hacia el S., se penetra en el grupo de los Puertos de Don Diego ó de Santa Lucía, limitado al N. por las redondas cumbres de Llana Gallegos y el Cueto de las Tablas, al E. por los altos de Tabliza, al S. por los montes de la collada de Llombera, y al O. por los montes que desde el mismo Cueto cruzan los vallejos de Santa Lucía, recortados en picos pintorescos.

En Llana Gallegos y el cueto de Las Tablas el hullero no tiene carbón superficial, pues sus montes están formados por las areniscas superiores, dirigidas casi de N. á S., con una inclinación que varía entre 10 y 35° E. Sus laderas meridionales ofrecen escarpados tajos de 200 m. de altura, hasta cuya medida se aproxima el espesor de la parte pobre de la formación. Conforme se desciende al fondo del valle de los Puertos, antes de llegar á las labores de la *Pastora*, las areniscas abundan en restos vegetales, sobre todo *Calamites*, y se van desviando del N. magnético, inclinando 14° E.NE., buzamiento que sigue hasta la unión del arroyo Campillos con el Valdeperales, en cuyas márgenes se observa el buzamiento opuesto, con mayores tendencias de los estratos á alinearse casi de E. á O., según se repara en las vertientes SO. de Llana Gallegos.

La Peña de Carvajal y la Cervaliza son dos protuberancias de caliza devoniana, que continúa al O. por las Peñas de Castro y separan el grupo de Ciñera del de los Puertos, dejando intermedio el vallejo de Santa Lucía por el lado del N. Al S. de aquéllas hay dos depresiones: la del arroyo de los Puertos, y la que media entre La Vallina y el Cueto de San Mateo. Apoyadas sobre las calizas devonianas de este último, las capas hulleras yacen discordantes con buzamiento septentrional en la collada de Faya; pero entre ésta y la mina *Congosta* se nota un pliegue de dirección en los estratos, concordantes corto trecho, con buzamiento meridional sobre las calizas de la Vallina. Siguen así hasta La Cervaliza, en cuyo monte se ofrecen enérgicas y frecuentes roturas de las capas, que por tres veces en el es-

pacio de 240 m. afloran con encontradas inclinaciones. Al N. de La Cervaliza una falla hace asomar discordante la pizarra devoniana, arcillosa y gris verdosa, á la que se sobreponen las areniscas y pizarras hulleras, inclinadas 55° N.NE. Hacia la base de la formación afloran las capas de la *Anita*, no llegando á 1800 m. la separación ó entalladura que por ahí hace el devoniano entre el hullero, separación gradualmente decreciente al E. de dicha Cervaliza, hasta quedar ocultas las prolongaciones de sus capas en Villamaría, sobre la derecha del arroyo Majados, al SO. de Collada Quebrada.

Hacia la base de la formación asoman en este grupo algunos bancos de conglomerado calizo de cantos menudos, con 1 á 3 m. de espesor, si bien aquéllos llegan en sitios á 10, y se observan, entre otros parajes, á 100 m. por bajo de las labores de la *Pastora*, junto al arroyo Valmartínez, y más al S., en la Fuenfría, donde brota uno de los manantiales más estimados del país.

Tres capas importantes afloran á la izquierda del arroyo Majados, donde están las labores de la *Candelaria*. La capa más inferior, ó núm. 1, se aproxima hasta menos de 20 m. á la caliza de La Cervaliza, inclinada 55° S. 12° O., con el espesor medio de 1,40, habiéndose reconocido sus afloramientos en la longitud de un kilómetro. En su techo de arenisca, y en su muro de pizarra sobrepuesta á otras areniscas, abundan los restos vegetales, en especial el *Alethopteris Serli*, Brong.

Con la inclinación media de 52° S., la capa núm. 2 se reconoció por una galería de 340 m., á 26 de cuya entrada cambió su buzamiento al N., y en los 45 siguientes se bifurcó, abarcando un espesor de 1,95 é inclinando al final de ellos 52° S. 22° E. Entre los 150 y 183 m. ensanchó y estrechó repetidas veces, oscilando su espesor desde 0,70 á 2, hasta desaparecer repentinamente entre los lechos de pizarra; á los 19 siguientes volvió á descubrirse con un espesor de 1,40; conservó la inclinación y buzamiento expresados últimamente; desapareció á los 300 de la boca, y reapareció en seguida con gran regularidad. Entre 15 y 20 m. de distancia de la anterior se cortó la tercera capa alineada al E. 11° S. é insuficientemente explorada todavía,

Al E. de la *Candelaria* la mina *Pastora* explota un haz de capas, cuyo espesor llega á 30 m. en algunos sitios; y aunque espaciados por lechos pizarreños de 15 á 20 cm. de grueso, los de carbón completamente puro suelen ser de 80 cm. á 2 m., según se nota en los dos niveles de la mina separados 100 m. en distancia vertical. Tan excepcional espesor consiste en una especie de lentejón, pues en el nivel superior de la mina las capas del muro inclinan 60° y las del techo 25° solamente, desarreglo que no puede durar grande trecho ni en longitud ni en profundidad. En la galería del nivel inferior los 73 primeros metros de la capa se alinean al E. 11° S.; los 60 siguientes al E. 20° S., y en los 24 siguientes se acodan al S. 5° E. En el segundo nivel se retuerce entre la dirección S. 28° E. y la S. 42° E., diferencias que demuestran la irregularidad del criadero.

Esta capa principal de la *Pastora* aflora más al SE. en varios barrancos por donde vierten al S. las aguas del cueto de las Tablas; sigue á la base de Tabliza, donde cruza el arroyo Valmartínez; pasa á los montes que limitan por dicho rumbo el valle de los Puertos, y entre éstos y el cueto de San Mateo tuerce al O. 12° N., donde se hallan las minas *Zarpa* y *Competidora*. En ésta los estratos vuelven á tenderse entre 30 y 50° de inclinación con buzamiento meridional, no existiendo por esta parte labores suficientemente desarrolladas para juzgar acerca de la importancia de la capa, cuyo espesor varía entre 2 y 4 m. en largos trayectos.

En la mina *Sorpresa*, sita en la collada de Lombera, la misma capa principal se divide en dos ramas, cada una de 7 m. de espesor, abarcando entre ambas y las pizarras intermedias una distancia de 45, dirigidas O. 30° N. En la collada La Lomba, entre Tabliza y Cuella Lampa, se doblan las capas al S., restableciéndose el buzamiento septentrional en los montes de Llombera. Al N. de Cuella Lampa, allí inmediata, la sierra de Valdecal hace sobre el barranco de Valdeperales un saliente de caliza negruzca y pizarreña, alternante con otra veteada ó de aspecto brechoide, destacadas entre pizarras hulleras.

La collada de La Corredera, á Levante del cueto de San Mateo, está ocupada por areniscas y pizarras arcillo-cuarzosas con *Calami-*

tes y helechos, inclinadas de 15 á 60° SO.; en las crestas de la collada predominan las areniscas de grano grueso, algunos de cuyos bancos pasan á pudinga de guijo menudo, que continúan por Cuella Lampa con lechos de carbón y de pizarras desviados al O. 30° N., y retorcidos de modo que en las vertientes orientales se cambia el buzamiento al N.NE., con inclinación variable entre 30 y 60°.

Siguiendo el rumbo O. 12° N. se prolonga á Pola de Gordón un ramal hullero por la collada de Faya, que en una longitud de 500 m. media entre las peñas de Las Vallinas y el cueto de San Mateo, tomando aquél mayor ancho al desplegarse por el vallejo de Santas Martas. Su latitud media apenas llega á un km.; pero muestra repetidos ensanches y estrecheces en la collada de Faya, donde se intercala un cordón de caliza prolongado al SO., dejando al N. otro cabo saliente hullero, que desciende á la Faya Baja, notable por el mayor desarrollo que en él adquieren los conglomerados. Yacen sobre éstos varias capas de pizarras y areniscas, entre las que arman dos carbonosas de escaso interés industrial.

En este remate ó apéndice del vallejo de Santas Martas los estratos se pliegan tan á menudo, que á 200 m. SE. de la Pola de Gordón, junto á la carretera de Asturias, en el corto espacio de 50 m. hay seis cambios de buzamiento. A otros 200 más al S. sobre la izquierda de la carretera aflora una capa de carbón de 1,50 de espesor, que á pesar de su favorable posición no pudo explotarse por su excesiva blandura. La misma capa reaparece al otro lado del Bernesga, en el cerro de Los Casares, inmediata á la faja caliza intercalada entre pizarras en lechos de 10 á 30 cm. de espesor.

Siguiendo la misma carretera, á 300 m. N. de la Pola de Gordón, se encuentra la línea de contacto del hullero con las calizas devonianas fosilíferas inclinadas 40° NE.; y en contacto con buzamiento opuesto, aquél se compone de conglomerados de cantos gruesos de caliza devoniana, mezclados con guijos y granos de arenisca y de pizarra, unidos por un cimento de materia arcillo-arenosa igual á la que constituye las pizarras alternantes y superiores á dichos conglomerados. Cruzan el Bernesga; continúan por el vallejo de Villarrín

entre La Pola y Carbonera, antes de cuyo pueblo se extinguen. Las pizarras y las areniscas, con algunos lechos carbonosos insignificantes, todavía continúan más al O. por las colladas de Paradilla, Villamón y Santa Cruz, acabando en una faja de 100 m. de ancho.

Las capas de este grupo se prolongan también á la derecha del Bernesga entre Santa Lucía y Vega de Gordón, á corta distancia de cuyo pueblo se ve una manchita con algo de carbón que fué objeto de infructuosas investigaciones, y en el valle de Villarín asoma otra de un metro dividida en dos zonas. Cerca de la venta de San Roque se reduce á pocos metros el ancho de esta manchita, que algo más al O., en el arroyo Campanal, ofrece una rotura parcial en contacto con las calizas devonianas; y poco antes del arroyo de la Mata, que baja á Vega de Gordón, las pizarras hulleras se contornean y pliegan entre las areniscas ferruginosas devonianas que hay al N. y las calizas que las limitan por el lado opuesto.

Los afloramientos de carbón de Río Malo, al N. de Vega de Gordón, pasan á la otra margen del arroyo hasta una longitud de 500 metros á Poniente, continuando en rumbo opuesto alineadas al E. 10° N., inclinados al S. con las areniscas y pizarras que más cerca del pueblo buzan en sentido contrario.

Ninguno de los carbones de este grupo coquiza, según se deduce de la composición de sus minas principales que á continuación se expresa:

MINAS	Carbono	Materias volátiles.	Cenizas.
Pastora	87,74	12,26	1,27
Amézola	86,25	13,75	4,00
Sorpresa	86,10	13,90	9,00
Competidora	79,44	20,56	1,97

Grupo de Matallana.—Mide este grupo una extensión que no baja de 45 km.; le limita al O. la divisoria de los ríos Bernesga y Torío, y alcanza por L. el camino que de Aviados se dirige á Correcillas, si bien reducido á dos estrechas fajitas separadas por caliza devoniana. El Torío cruza al grupo en su parte media, cerca de cuyas orillas,

á causa de la mayor regularidad de los estratos, se observan claramente nueve capas, cada una de las cuales aflora dos veces por lo menos, á consecuencia del doble pliegue general á que todas están sujetas, además de otras parciales.

En el extremo occidental del grupo, entre Llombera y Orzonaga, le surcan diversos vallejos derivados de los altos de Tabliza: unos cortos, estrechos y tortuosos, como Val de Cebra; otros más abiertos que por sus anchas planicies recibieron el nombre de los Llanos, á los que cruzan las prolongaciones orientales de las capas del grupo anterior. La ancha de Los Puertos asomó con 3 m. de espesor en los llanos de Tabliza; mas se oculta casi toda entre los prados, donde pequeñas y denudadas escombreras apenas indican los sitios de las primitivas labores. Por esa parte radican, entre otras menos importantes, las minas *San Luis* y *San Ramiro*, cuyas capas corresponden á la serie ó pliegue meridional.

Siguiendo el valle de Tabliza aguas arriba desde el límite meridional del hullero, junto al camino de Orzonaga á Llumbera, á 70 metros al N. de los molinos, aparece muy estrechada contra las calizas, muy tortuosa en su dirección y muy desigual en su espesor, por término medio reducido á 28 cm. é inclinada fuertemente al N.NE. hasta su conclusión en las areniscas devonianas. Veinte metros más al N. hay otra paralela y de igual espesor, también con 70° de inclinación al N.NE., precedida de un lecho de arcilla carbonosa. A causa de un pliegue reaparecen con buzamiento meridional en la mina *San Luis:* la primera á 75 m. al S. del punto de partida con 0,30 de potencia y 65° de inclinación; á 25 más al N., con 0,40, y á otros 5 la tercera, la más importante de esta mina, pues mide 0,60, pero dividida por un lecho arcilloso.

Las que siguen á las de *San Luis* se hallan comprendidas á P. en la mina *Ilusión*, y por L. en la *San Ramiro*, á donde también se extienden las de la primera. Tres principales cuenta *San Ramiro*, donde se pliegan nuevamente con buzamiento septentrional por el lado del N., prolongándose á P. en dirección á la *Pastora* una de las más notables, que se ve á 655 m. al N. del punto de partida de la mina *Je-*

susín, entre el valle de Tabliza y el de Fuente Cebra. En el comienzo del barranco Cunillas se descubren tres: la del N. á 15 m. de la central, y ésta á 55 de la del S., prolongaciones occidentales de las *Miñón* y *Fragua*, que cruzan cerca de Serrilla.

A 400 al O. 30° N. del punto de partida de *San Félix* existe un afloramiento de 0,70 de espesor, correspondiente á una de las capas acabadas de indicar, prolongadas también á la concesión *San José* por los barrancos de Acedón y Valdeloso, que bajan al de Medianas, y al de la Cogulla.

Sigue al E. del vallejo Tabliza ó Radimuelas el de Val de Cebra, en cuyos 2 km. de largo, con buzamiento septentrional, las mismas capas que en el anterior se contornean en todos sentidos, se tienden casi horizontales en largos trechos; y parecidos trastornos estratigráficos se notan más al S. en las devonianas, desgarradas y torcidas en cortos trayectos.

Los afloramientos de carbón de Val de Cebra no se indican con caracteres que den gran importancia á esta parte de la cuenca, cuya mayor riqueza radica en los vallejos de La Cuesta, Las Medianas y Barzanilla, junto á Orzonaga. En la primera mitad de ellos, entre capas inclinadas al S., existen varios lechos carbonosos de escaso interés; hacia el centro del de Las Medianas aquéllas se doblan á modo de comba; un km. antes de llegar al pueblo se tienden de nuevo ganando la horizontal por corto trecho; pero súbitamente vuelven á levantarse con fuerte inclinación meridional, asomando en el espacio de 300 m. seis capas de hulla, la mayor de 0,60.

En el monte La Corolla, que separa en su conclusión el vallejo de Las Medianas del de La Cuesta, la capa principal, bifurcada en largos trechos, llegó á 0,85; á 10 m. más al N. la acompaña otra de 0,60, inclinada al S. como la anterior, y á pesar de que sus carbones rinden el 20 por 100 de cribado, los paisanos las explotan á su manera. Al otro lado del mismo arroyo, en el cerrito que junto á Orzonaga separa el Medianas del Barzanilla, á las capas anteriores acompañan otras con el orden que á continuación se indica: *a*, capa de 35 cm.; *b*, la titulada *Menilla*, distante 49 m. al S. de la anterior, con

la potencia de 50 cm. en algunos sitios; *c*, la *Fermina*, casi tan gruesa; *d*, otra dividida en dos lechos separados por un metro de pizarra; *e*, otra situada á 25 m. de la anterior y 150 de Orzonaga, dispuesta en rosario con nudos de 1,50; *f*, capa inmediata al pueblo, que en pocos sitios pasa de 20 cm.

Al SO. de Orzonaga se prolongan las siguientes, que no alcanzan al vallejo de Las Medianas, sino la terminación del de La Cuesta: *g* y *h*, capas de la mina *Antonia*, distantes entre sí 8 m. y de 20 á 30 cm. de grueso; *i*, dos lechos carbonosos de 20 cm. separados por una regadura de otro tanto; *l*, otra de 40 cm. distante unos 50 m. de las anteriores. Todavía más al S. asoma otra junto á las peñas calizas de Las Campas, pero segmentada en bolsadas irregulares.

Examinando el lado opuesto de la cuenca, nótase que del grupo de Ciñera pasan las capas de la *Emilia* á la derecha del arroyo de las Veigas, cruzando la collada de Las Medianas apoyadas en el conglomerado, en contacto á su vez con las calizas devonianas, y penetran por bajo de las casas de Coladilla, con un espesor, la mayor de aquéllas, de 1^{m},50. Al propio tiempo, por el alto de Conforceo y las lomas de Cabanillas, continúa la *Ramona*, de Ciñera, á Levante de Cotil de Fierro, por el vallejo de Roquera, á 80 m. al S. del citado Coladilla, hasta las márgenes del arroyo Riazo, donde se divide en dos ramales de 50 cm. separados por un lentejón de pizarras de un metro, y reducida más á Levante á un lecho de 40 cm.

Siguiendo el arroyo Riazo, en la subida á Cotil de Fierro desde Coladilla, se reconocen esas prolongaciones de las capas de Ciñera, que por largo espacio inclinan de 30 á 40° S. hasta el Canto de las Cruces, saliente montuoso derivado de Cotil por el intermedio de la serrezuela Tejeda. Se encuentran intermedias varias capas de carbón, la principal de 2 m. de ancho, aunque fraccionada por diversas fajas de pizarra.

En el centro de la cuenca se suceden ordenadamente los bancos hulleros. Al N. de Coladilla se levantan las crestas de caliza devoniana, bajo las cuales se ocultan las pizarras arcillosas del fondo del vallejo, y al N. de éste se hallan edificados los lugares de Valle y Vi-

llar. Con un espesor de 8 m. aparece discordante un banco de conglomerado, junto al cual brota la fuente de Coladilla; y en el espacio intermedio entre este pueblo y el conglomerado asoman entre pizarras arcillosas y arcillo-carbonosas dos capas de carbón. La núm. 1 se reduce á 15 cm.; la 2, cuyo muro es de arenisca pizarreña, pasa en algunos sitios de un metro; se prolonga á Poniente por la Campiza, hacia donde va á parar la continuación de la *Emilia*; por Levante se oculta en el fondo del valle y cruza el Torío al N. de Vegacervera. Bajo las casas de Coladilla arma entre pizarras carbonosas la 3, que suele dividirse en cuatro ramales de á 12 cm. cada uno, y todo el conjunto corresponde á la prolongación de la *Emilia*, subdividida en tres brazos principales. Con un espesor de 25 á 30 cm., á 200 m. más al S. conserva su buzamiento meridional la núm. 4, continuación de la *Ramona*. En la subida al alto de Barzanilla, 150 metros más alto que Coladilla, con algunas ondulaciones secundarias, siguen con regularidad los estratos inclinados al S. Algunos tienen *Calamites* en abundancia, y entre ellos encajan varios lechos sin interés, tales como los 5 y 6.

En el comienzo del valle de Barzanilla, uno de los varios que afluyen al lugar de Orzonaga, existen otros afloramientos, entre ellos el núm. 7, de 30 cm. de espesor, y en esta parte de la cuenca, próxima á su centro, las capas se dirigen O. 16° N. con 52° inclinación S. A 250 m. más abajo se situó la mina *Petra* sobre una capa de 75 cm. de carbón graso para fraguas, con el techo de tal consistencia que los obreros prescinden casi enteramente de la entibación. En esta mina los estratos se desvían algunos grados más al O., inclinando 28° al S. 22° O.; y á 8 m. más al N. quedan otros dos afloramientos de 25 á 30 cm. Poco más abajo de la *Petra* se halla la capa superior ó más moderna de la cuenca con un espesor de 55 cm.; á 12 m. más al S. se señala el sinclinal de todos los estratos, y próximamente á igual distancia del eje del pliegue reaparece la misma capa, quedando intermedia una gran masa de arenisca. En el núm. 10 la 9.ª se reduce á la mitad de espesor, habiendo sido en gran parte explotada con las desordenadas labores de las gentes del país.

Distante 300 m. de la 10, quedando intermedias la de la *Petra* y las dos contiguas, asoma con 35 cm. de grueso la 14, probablemente continuación meridional con buzamiento opuesto de la 6.ª; á 8 metros más abajo afloran otras tres delgadas, reunidas á L. las del techo en una sola de medio metro, de carbón demasiado terroso; y otros tres afloramientos de escaso interés distantes unos 300 m. de la 14, pueden muy bien ser la reaparición de las capas de la *Emilia*, así como la anterior de la *Ramona*.

A partir de ese sitio próximo á Orzonaga, los estratos, repentinamente muy inclinados, no tardan en alcanzar la vertical con la dirección E. 14° N., sucediéndose después con buzamiento septentrional. A 300 m. al N. de Orzonaga asoman dos lechos de hulla separados por una regadura de 25 cm., el del pendiente con 32 cm., el del yacente con 15; pero mayor importancia tiene la capa 17, que con una potencia de 85 cm. suministró un carbón duro y graso. A L. del arroyo empobreció mucho y apenas se explotó; por el lado opuesto se cruzó sobre ella la montaña, arrancándose toda la hulla superior al fondo del vallejo, hasta llegar á los afloramientos del inmediato.

Escaso valor industrial ofrecen los lechos de carbón en el vallejo Matinta, inmediato á Orzonaga, pues apenas hay uno que pase de 30 cm. de espesor, inclinando entre 60 y 75° S.; pero en el Salguerón muestran más interés. Sobre su derecha, junto al camino de Orzonaga á Matallana, se levanta un peñón de caliza devoniana, derivado de las crestas montañosas que á poco más de un kilómetro al S. limitan la cuenca; á corta distancia se descubre el primer lecho de carbón, y 15 m. más al N. asoma otro más importante, dividido en dos ramas, con un ancho total de 0,80, é inclinado 80° S. 14° O. A 120 más al N. aflora otra capa de 0,40, y es de mayor importancia otra situada algo más arriba. Sobre la izquierda del vallejo, á la mitad próximamente de su longitud, 300 m. más allá de las anteriores, asoma la 5.ª, viéndose, por fin, la última con 0,80 en la parte alta del vallejo, donde otra de 0,40 penetra por las rápidas laderas del Bustayal, cerca de Serrilla, señalándose el eje anticlinal, cuya prolongación á O. va á parar á Cotil de Fierro.

En parte explotadas, continúan las capas á L. de Orzonaga, hasta las márgenes del Torio, de donde pasan al término de Matallana. Las inferiores se hallan próximas á las peñas Utrera y de los Pisones, viéndose en el cerro nombrado El Castro las ruinas de varias galerías, que siguieron dos distantes 8 m. dirigidas al O. 15° N., buzando al N. la del S. y al S. la del N., y reunidas en una sola á los 10 m. de profundidad. Su prolongación á la izquierda del Torio se marca por manchuelas carbonosas en la falda de Peña Utrera, y por la orilla derecha continúa á la loma de Pando, en cuya falda occidental se halla Orzonaga. Varias de las capas de este último pueblo afloran en la bajada que conduce al puente de Serrilla, y en cuyo comienzo asoma una dividida en dos estrechos ramales, á los que separa una cuña de pizarra. A 200 m. más abajo se observa otro haz de capas, que en total miden 0,90.

Numerosas labores, hoy en su casi totalidad abandonadas, se abrieron hace unos pocos años por ambos lados del Torio, notándose más potentes las capas de carbón sobre la izquierda que sobre su derecha. Por este lado se encontraron con los siguientes caracteres: *Hornillo Bajo*. La capa más septentrional por esa parte del río, reducida á pizarras muy carbonosas en lechos fuertemente encorvados.—*Hornillo Alto*. Inmediata á la anterior y reducida en su comienzo á vetillas delgadas entre pizarrilla arcillosa.—*Corbera*. Reducida como las anteriores á vetillas delgadas.—*Miñón*. Situada en los Aguazales sobre los prados de Miñón, encaja entre dos anchos cordones de areniscas arcillosas pizarreñas salientes entre las pizarras blandas que las rodean. Comenzó con un metro de potencia; pero á los 30, siguiendo la galería que se abrió en ella, se redujo á 0,25 con mucha cayuela interpuesta, bajando su inclinación desde 55° á menos de 40° al S.SO. Su carbón es allí muy seco y poco limpio.—*Elena*. Inmediata á la casa de la mina (La Ropería) y á Serrilla, por la parte del S., en su principio medía un ancho de 0,60, que fué disminuyendo hasta reducirse á la cuarta parte por el muro, y á pizarras carbonosas por el techo.—*Boca Presa*. A 90 m. al S. de la anterior, y dirigida como ella al O. 30° N. con 60° de inclinación S.SO.,

su mayor potencia llegó á 0,70; pero en casi toda su longitud se disemina en lechos inaprovechables entre pizarras carbonosas, arcillosas y endurecidas por la pirita de hierro.—*La de Enmedio*. Frente á la fuente de Matallana tiene el techo de pizarra y el muro de arenisca, y en el ancho de un metro se sumaron en varios sitios 0,40 de carbón diseminado en aquéllos.—*Esgobia*. A 260 al S. de la anterior, presenta en varios puntos espesores de carbón casi enteramente puro, comprendidos entre 0,40 y 0,70 cm.—*Constancia*. Aflora más por bajo de la desembocadura del arroyo Bustillo, y se redujo en su comienzo á tenues vetillas sumamente desarregladas por cuñas de arenisca.

Si del examen de esas capas por la derecha del Torío los resultados no parecen halagüeños, téngase presente que en su prolongación occidental asoman por los vallejos inmediatos á Orzonaga con espesores y caracteres más favorables, así como por la margen opuesta de ese río, según á continuación se detalla.

Bisbita. De condiciones excepcionales, sita al N. de las anteriormente enumeradas, á 300 m. al S. de Villalfeide, sobre la izquierda del arroyo Correcillas, empezó con el extraordinario espesor de 2,50, sumamente echada; pero rápidamente disminuyó aquél, justificando las irregularidades estratigráficas de la cuenca.—*La Fragua*. Sobre el puente de Matallana comienza con un espesor comprendido entre 0,60 y 0,70.—*Cangón*. Asoma frente á *Miñón* y encaja, como ésta, entre dos gruesos cordones de arenisca, alineada al O. 18° N. é inclinada 50°, con buzamiento meridional. Comenzó con el notable espesor de 1,40 de carbón compacto; después se dividió en dos ramas: la del techo, de 0,10, y la del muro, comprendida entre 0,20 y 0,30. —*La Caseta*. Probablemente la prolongación oriental de la *Elena*, que encaja flexuosa, dividida en varias vetillas por el lado del muro. —*Esgañal*. A 400 m. al E. de Matallana, afloraba con espesores comprendidos entre 0,75 y 1,40.—*Picalín* 2.° Frente á la de *Enmedio* se presentó en gran parte de la galería abierta sobre ella, con un espesor de 0,85 de carbón compacto.—*Picalín* 1.° Prolongación oriental de la *Esgobia*, á 44 m. al S. de la anterior, y dividida en tres

fajas que suman 0,90, separadas por pequeñas regaduras de cayuela.—*Bustillo*. A la izquierda del barranco de su nombre, está compuesta de dos secciones separadas por un intermedio de 1,40 de pizarra dura: la del muro, muy mezclada con pizarra, mide en varios sitios 0,80, y la del techo se reduce á 0,20. La hulla es más seca que las de las capas anteriores.—*Periquete*. Es un lecho carbonoso entre los bancos de arenisca, verticales en unos sitios, con buzamiento septentrional en otros.—*Bernarda*. Situada más al Mediodía, próxima á Valdesalinas, con repetidos ensanches y estrecheces fuertemente inclinados al SE. En unos sitios pasa de 0,70; se estrecha en otros hasta casi desaparecer, y vuelve á ensanchar con espesores que varían de 0,30 á 0,35.

Existen, en resumen, de 8 á 9 capas que, en virtud del doble pliegue indicado, afloran de 32 á 36 veces; pero la mitad deben considerarse inexplotables, ya por su excesiva delgadez, ya por estar demasiado mezcladas de pizarrilla arcillosa, subdivididas en lechos de escaso valor. No deben contarse, por lo tanto, más que de 4 á 5 que merezcan ser objeto de investigaciones y laboreo.

Pasando de las márgenes del Torío á los diversos vallejos que afluyen á su izquierda, se observan las siguientes variaciones: en lo alto de Escoboso, que domina el comienzo del corto vallejo nombrado Bustillo, afloran algunos lechos de exiguo espesor entre pizarras y areniscas inclinadas 60° SO. Conservando el buzamiento septentrional, la capa 8.ª del corte anterior mide 0,60; en cambio la 7.ª aflora pobre, y á 5 m. de ella se descubre otro lecho delgado de hulla que no se encuentra en el inmediato vallejo de Fuentescala. La 5.ª se divide en varios ramales: dos de 0,35, separados por una cuña de medio metro, y entre los restos vegetales que allí se encuentran abundan los *Neuropteris*. En la salida del Bustillo al llano de Matallana se abrieron labores arruinadas en la 4.ª, encajada entre bancos retorcidos y tendidos en corto trecho con buzamiento septentrional, si bien el opuesto es el que predomina en el vallejo.

La capa principal aflora en el barranco Salinas, en parte explotada por la mina *Guadalupe*, donde el ramal del muro tiene un metro de

espesor, variando de 0,30 á 0,70 el del techo, cuyo carbón brillante y de llama larga es muy buscado por los herreros del país. Cruza el arroyo Fuentescala, y á través del monte Valdecalón, atraviesa el de Regueras, donde se registró la *Carmonda*, en cuya mina desapareció el ramal del muro, siguiendo el techo con medio metro de espesor; pero un km. más al E., en el monte nombrado Los Malladones, aumentó su espesor hasta 1,50 (mina *Pepita*). Entre el valle de la Biesca y Peña Cantábrica la misma capa principal se divide en varios ramales, que suman de 1 á 2 m.; y junto á dicha Peña Cantábrica se observan en su muro algunos trastornos estratigráficos, pues penetran en el criadero varias capas de caliza devoniana, en contacto de la cual terminan completamente las capas hulleras situadas más al S. En los afloramientos de la mina *Adolfina*, antes *Flor*, por ambos lados del arroyo de La Arbea, alcanza un metro la misma capa, muy mezclada de cayuela, volviendo á adquirir más valor por ambos lados del arroyo de los Molinos, junto al cual pasa de 1,10 de carbón puro, casi siempre inmediata á la caliza devoniana. Todavía continúan sus afloramientos en el término de Aviados, á 11 km. al NO., de cuyo pueblo se dobla con cerca de un metro de espesor.

A 20 m. más al S. de la principal aflora en Valdesalinas otra, cuyo espesor raras veces llega á 30; pero es notable por su continuidad, pues se prolonga por el arroyo Escalada al monte de Valdecalón, de donde desciende al Regueras; aquí aumenta su separación de la primera hasta alejarse cerca de 100 m., y todavía cruza al vallejo de la Biesca hasta quedar cortada por las calizas devonianas de Peña Cantábrica. En su techo predominan las areniscas, con abundancia de *Calamites* y de costras carbonosas.

Siguiendo el vallejo de Fuentescala, se presentan de abajo arriba las nueve capas siguientes: 1.ª, de un pie de espesor, prolongada sin aumento ni disminución hasta Regueros, y sita á 150 m. de la conclusión del vallejo; 2.ª, la designada con el nombre de *Principal*, anteriormente detallada; 3.ª, la que procede de Orzonaga, la cruza el Torío al S. de Matallana, y en pocos sitios pasa de 30 cm., distando

de la anterior 20 m. y unos 250 de la siguiente; 4.ª, descubierta también junto al río al S. de Matallana: en sitios pasa de un m.; se reduce á 0,32 entre Fuentescala y Regueros, donde inclina 52° N. En los puntos donde es mayor su potencia se mezcla con pizarrilla carbonosa, ó está separada en dos ramas por una cuña; y entre ella y la 5.ª hay 160 m. de distancia, en cuyo espacio asoma un lecho carbonoso. La 5.ª, entre pizarras y areniscas repetidas veces alternantes, inclinadas 70° N. 11° E., consta de dos lechos de 0,50, separados por otros de pizarra de 0,60; adelgaza á L., y por el lado opuesto cruza el Torio junto á Matallana. La 6.ª dista de la anterior 270 m., la mitad próximamente de la siguiente; buza al S. con 70° inclinación; su espesor medio es de 0,80 m., disminuye en la falda oriental y aumenta del lado opuesto, donde se intercala una cuña, acompañando además al muro otro lecho carbonoso. A la 7.ª, sita en el comienzo de la mitad superior del vallejo, divide en dos lechos de 0,28 una regadura pizarreña de 0,35, y las areniscas y pizarras en que arma conservan su buzamiento meridional. Entre ésta y la siguiente, en un espacio de 300 m., hay varios lechos carbonosos. La 8.ª buza en sentido opuesto á las tres anteriores, y tiene 0,40 de espesor.

Al N. de la collada de Valdesalinas, inmediato al de Fuentescala, está el vallejo de Reguerón, donde se descubren las mismas capas con el siguiente orden, yendo de S. á N.: 1.ª, prolongación de la *Florida* y *Gaseosa*, sitas en el remate del vallejo Salguerón, al otro lado del Torío; 2.ª, á 30 m. de la anterior, con escasa potencia; 3.ª, lecho de 0,15 á 25 de la anterior y otro tanto de la siguiente; 4.ª, la llamada *Principal*, reducida á 0,35; 5.ª, otra de 0,28 á 40 de la anterior y 50 de la siguiente; 6.ª, con espesores que varían de 0,60 á 0,80 y grandes bancos de arenisca en su techo, inclinados 45° N.: entre ésta y la siguiente cambia el buzamiento de los estratos; 7.ª, á 200 m. de la anterior, dividida en dos ramas, con gruesos decrecientes en el fondo del vallejo, como es general en muchas; 8.ª, depósito irregular del que parten varios ramales, hallándose á 10 m. de la 7.ª en el punto de inflexión de los estratos que de nuevo buzan al N.; 9.ª, repetición de la 7.ª, dividida también en dos ramales in-

clinados 64° S. 26° O.; 10.ª, repetición de la 6.ª, reducida á 0,35, si bien llega á un m. en Fuentescala, prolongada con regularidad del lado opuesto en el vallejo de La Biesca. En su muro de arenisca abundan los *Calamites*, en su techo de pizarra los *Lepidodendron*, *Sigillarias* y *Anullarias*, y ambos se retuercen en el sentido de su inclinación, que sigue meridional hasta los bancos del elevado monte Cueto Salón.

También de este último arranca el vallejo de La Biesca, en cuya mitad superior se contornean las capas, con buzamiento meridional predominante. Siguiendo la marcha aguas arriba, se encuentra en la conclusión del vallejo, al pie de Peña Cantábrica, la principal, á 200 metros más al N. de la cual existe un lecho de 0,20. A 120 más arriba se alinea O. 14° N. otra de 0,20, acompañada en el muro de dos lechos muy delgados, y 24 más al N. se pliega la de la mina *Valenciana*, en cuyo vértice queda intermedia otra masa de carbón que midió más de 3 en algunos sitios. Esta capa se explotó en un centenar de metros á cada lado del arroyo, por encima de sus aguas; á otros 28 más adelante se contornea según la dirección otra de 50 cm., y á otros 25 una vertical dividida en dos ramas delgadas. A 80 de la anterior hay otra; á 200 más al N. otra separada en dos ramas de á medio metro por una cuña que en ciertos parajes mide 6 de ancho; y á otro tanto de distancia otra importante llega á 1,50, si bien sólo se aprovechó su tercera parte, pues el resto da mucho menudo mezclado con pizarra. Sobre ella existe una gran masa de areniscas idénticas á las de Cotil de Fierro, y á 10 m. más al S. aflora un lecho carbonoso de un pie de espesor.

Los conglomerados, que escasean mucho en la mitad occidental de la cuenca, abundan entre Matallana y Correcillas en torno del alto monte de Cueto Salón, en cuya cima se desgajan en grandes peñones y se extienden cerca de un km., hasta quedar cortados en los cerros que más á L. cierran el vallejo de La Biesca. La casi totalidad de sus cantos son de cuarcita enteramente redondos.

Al N. de Cueto Salón, junto al barranco de La Columba, se tuercen los bancos al NO., inclinando 45° SO.; mas á medida que se aproxi-

man á Villalfeide se tienden gradualmente y recobran la dirección normal E. á O.

Adela se llamó la mina más septentrional de la cuenca, sita en el vallejo Bardaya, donde se ve un haz de capas separadas por pizarras arqueadas en varios plieguecillos, predominando, en conjunto, el buzamiento septentrional. A 4 km. al E. de Coladilla y poco menos de distancia al NE. de Vegacervera se situó la *Porcia*, antigua mina donde afloran los lechos de 0,50, separados por un m. de pizarra, fuertemente inclinados al S., tal vez prolongación oriental de la *Ramona*, tantas veces citada, presentándose superiores otras de pizarras carbonosas que conservan el mismo buzamiento y continúan por la collada de Valdiargo á los altos de Muedra.

Sita al pie del pico Polvoreda, en los confines de la caliza devoniana y del hullero, la mina *Diana* descubrió un banco de 1^{m},50 de carbón, mezclado con pizarrilla carbonosa, inclinado 54° S.SE. y prolongado á Correcillas, á un km. al O. de cuyo pueblo asoman algunos otros.

En su extremo oriental se reduce la cuenca á dos pequeñas fajitas, separadas por la caliza de Las Cuevonas. La más estrecha, pero más rica en carbón, es la meridional, y la limitan al S. las peñas, también calizas, del Castillo de Aviados, donde las capas hulleras se contornean al NE., con un ancho de un kilómetro. La segunda faja se retuerce de un modo irregular junto á la garganta de Las Cuevonas, inclinando 50° O. 17° N. sus bancos, que hacia Correcillas van tendiéndose y normalizando su alineación de E. á O. En la bajada á ese pueblo se repliegan en un sinclinal, y bajo grandes masas de pudinga asoman las pizarras arcillosas, las arcillo-carbonosas y las areniscas, apoyadas sobre gruesos bancos de conglomerados que señalan la base de la formación mejor que en ningún otro punto de la cuenca. Difieren estos conglomerados de los que se intercalan en las samitas y pizarras, porque se componen de cantos más gruesos de arenisca principalmente, escaseando los calizos. Alternan con algunas areniscas rojas y pizarras silíceo-arcillosas, siendo su cimento de parecida composición, más bien rojizo que pardo amarillento.

Entre Correcillas y Aviados, sobre la cayuela y la caliza devonianas, se apoyan los conglomerados, pizarras y samitas del hullero superior, que por el otro extremo tocan los conglomerados más inferiores. Dos fallas separan la faja hullera, con algunos lechos de carbón.

Tanto en las minas de Orzonaga como en las de Matallana abundan los restos de *Calamites Suckowi*, Br.; *C. cannæformis*, Schl.; *Sphenophyllum emarginatum*, Brong.; *Pecopteris arborescens*, Brong.; *P. Plukeneti*, Schlot.; *Sphenopteris Hœninghausi*, Brong.; *Alethopteris lonchitides*, Stern., y *Stigmaria ficoides*, Br., casi todos de la parte más alta del hullero medio y la base del superior.

Todavía continúa la cuenca hasta 2 km. más á Levante de Correcillas, pero sin importancia industrial, como tampoco la tienen algunas manchitas de pocas hectáreas inmediatas, restos dispersos de la principal, antiguamente menos denudada.

Comienza una á 200 m. E.NE. de Villar, á orillas del arroyo del Puerto, donde inclinan fuertemente al NE. las areniscas y pizarras que se prolongan por Solaspeñas á Camponea y de aquí á Valle. En este pueblo se tienden hasta la horizontal, presentándose en la base algunos conglomerados; y entre Valle y Coladilla se van estrechando hasta desaparecer entre las pizarras arcillosas amarillas y rojizas, asociadas á las calizas fosilíferas devonianas. Uno de los lechos carbonosos sito en el Agayo, al NE. de Villar, fué objeto de infructuosas labores por la mala calidad de carbón, y más á Levante, á pocos metros del pueblo, asoman otros dos sin importancia.

En relación con esta manchita, hay otra al N. de Vegacervera, sobre la derecha del Torío, en el paraje que llaman Vallín Canales, entre las peñas de cuarcita y las pizarrillas devonianas cubiertas por la caliza. Se reduce á una fajita de 80 m. de anchura, que, al otro lado del río, se reúne á la masa general por la desaparición de los crestones de caliza muy rebajados al E. de Coladilla. En su extremo occidental se bifurca en dos ramales, cuya longitud apenas llega á un kilómetro, y abraza casi vertical una capa de 60 cm. de carbón terroso, alguna vez rebuscado por los caleros.

La mayor parte de las hullas del grupo de Matallana son semigrasas y coquizan; pero algunas hay antracitosas y otras bastante sucias. Las variaciones de composición se expresan en el adjunto cuadro:

PROCEDENCIAS	Carbono puro.	Materias volátiles.	Cenizas.	Cok.	Calorías.
Orzonaga............	57 á 80	19 á 33	2 á 10	61 á 81	6672 á 7855
La Biesca...........	66 á 73	27 á 34	5 á 19	68 á 78	7070 á 7833
Fuentescala.........	68 á 74	19 á 32	2 á 14	71 á 83	7494 á 8093
Vegacervera.........	79 á 82	18 á 20	12 á 18	81 á 83	6988 á 7932

Estos resultados de varios ensayos comprueban que los carbones situados más al N. de la cuenca son los más secos y menos limpios del grupo.

Cuenca de Sabero.—A pesar de ser de las más pequeñas de Castilla, por la excelente calidad de sus carbones es de las más importantes. Ocupa una superficie de 2150 hectáreas, y la línea sinuosa de su eje mayor mide 18 km. desde las inmediaciones de Las Bodas hasta más allá de Fuentes, dirigida de O.NO. á E.SE. entre Las Bodas y Veneros y ajustada en el resto á un rumbo poco separado del E. al O.

En el sentido transversal el ancho varía desde pocos metros que hay en sus dos adelgazados extremos hasta cerca de 5 km. Entre Las Bodas y Veneros oscila esa anchura desde 100 á 600 m.; entre Veneros y Llama se ensancha rápidamente, hasta pasar de 1500 m.; desde Llama á Sotillos queda comprendida entre 1 y 2 km.; pasa de 2 en el meridiano de Olleros; se reduce á 1300 m. en el de Saelices, y alcanza el máximo de 2600 m. en el de Sabero, de donde se bifurca en dos brazos: uno que pasa al S. del Castillo de San Martín y termina en las orillas del Esla, y otro que cruza este río con latitudes rápidamente decrecientes por Santa Olaja hasta su remate entre Fuentes y las cañadas septentrionales de Peña Corada, muy cerca de la inmediata cuenca de Valderrueda.

Las líneas que por N. y S. la limitan son sumamente sinuosas. La septentrional comienza á corta distancia al SO. de Las Bodas; se contornea para dar mayor ensanche sobre las márgenes del río de Veneros, y desde este pueblo hasta Llama se dirige al E.NE., revolviendo en arco de círculo á modo de golfo entre Llama y Felechas, no lejos de Colle. Los dos últimos pueblos mencionados quedan excluídos al N.; desde Felechas á Sotillos dicha línea se arrumba muy seguida de O. á E. en más de 3 km., y después de algunos entrantes y salientes de escasa importancia, pasado Sotillos, tuerce al NE. para ajustarse de nuevo al rumbo anterior hasta muy cerca del Esla, donde se desvía al SE., para terminar cerca de Fuentes.

El límite meridional más irregular y quebrado comienza oblicuo de NO. á SE. entre Las Bodas y Veneros; se contornea al S. de Llama, ensanchando la cuenca al pie de la collada de este nombre; la estrecha de nuevo entre Sobrepeña y Felechas; tuerce al S. en el Castillo de Sobrepeña, y vuelve á escuadra de O. á E. hasta el N. de Oceja, desde donde se recorta en multiplicados entrantes y salientes en conjunto alineados al NE., cerca de Olleros y Saelices. Desde este pueblo se acoda de nuevo al Mediodía para desviarse al E.SE. hacia el Esla. Los montes del Castillo de San Martín y de Llaneces separan los dos brazos anteriormente mencionados, sosteniéndose tan sólo el del N. hasta la adelgazada prolongación al S. de Santa Olaja y de Fuentes.

Encaja esta cuenca entre bancos devonianos, por bajo de los cuales asoma la banda roja cambriana de Sabero, desde un kilómetro al N. de Saelices, en la base de la Peña de la Solana, á orillas del arroyo de Collada, hasta la base de los picos del Arrastradero, al N. de las Lomas de Sabero. El devoniano limita la cuenca con amplia extensión por el N. y en una fajita de 1 á 2 km. de ancho por el S., enteramente oculta bajo el cretáceo entre Las Bodas y La Losilla, á Poniente de San Adriano.

Esta cuenca, lo mismo que las inmediatas, es de mucha sencillez en la composición de sus rocas, y fuera de los conglomerados, se reducen á pizarras y areniscas arcillosas, repetidas veces alternantes,

Las pizarras arcillosas se desagregan en hojillas muy delgadas en una zona estéril de más de 300 m. de anchura, que se extiende al N. de Sotillos, Olleros, Saelices y Sabero, desde la collada del primero. Las areniscas micáferas ó samitas son más arcillosas y deleznables en la parte meridional que en la septentrional, si bien á veces, en contacto con el carbón, forman hastiales de excepcional y favorable consistencia. En la base de la formación, principalmente hacia su extremo oriental, se intercalan entre las pizarras y las areniscas bancos irregulares de conglomerados de cantos pequeños de caliza, casi todos procedentes de las capas devonianas inmediatas; y merced á un doble pliegue general á que se sujetaron, aparecen en las dos zonas extremas con espesores muy diversos. Muy próximos al límite septentrional, al O. de la collada de Sotillos, por ambos lados del arroyo Pacedero, asoman reducidos á 5 m. de espesor, con 65° inclinación S. 10° O.; prosiguen con varias interrupciones hacia el Esla; entre Sabero y el pico del Arrastradero aumentan al ancho de 50; se doblan repentinamente en el arroyo de la Canaliza, y al otro lado del río, entre Santa Olaja y Fuentes, llegan al máximo de su latitud, que es de 200 m., brotando de sus cavernas caudalosos manantiales. Todavía continúan un kilómetro más á Levante, hasta el sitio nombrado Peñas Caídas, donde rematan con 60 m. de grueso total. También á corta distancia del límite meridional de la cuenca, dejando inferiores dos capas de hulla, asoma otra fila de conglomerados con gruesos cada vez mayores, desde el arroyo de Sotillos hasta cerca de la unión del Horcado con el Esla, donde se retuercen abarquillados en todos sentidos con inclinación occidental en su remate contra las calizas del monte Llaneces.

Análogamente á lo expuesto en la cuenca anterior, examinaré los detalles de la de Sabero, marchando de O. á E., según líneas que la crucen transversalmente.

En su remate occidental señaló Prado la primera capa de carbón á corta distancia al S. de las Bodas, y entre este pueblo y Veneros apunta la segunda. Interrumpidos sus afloramientos en largos trechos, reaparecen en el Recuesto de los Gazapos, sobre la confluencia

de los arroyos Escucha y Veneros, y entre los escombros de calicatas antiguas se ven dos espaciados 8 m. con inclinación variable al O.SO. Sobre ellos se desarrolla una masa potente de areniscas blanquecinas de grano grueso, asociadas en su base á otras ferruginosas, amarillentas y parduzcas, entre las cuales se intercala un banco delgado é irregular de pudinga caliza. Al N. de Veneros varias capas de carbón, algunas de un metro de espesor, se siguieron con desordenadas labores hoy arruinadas, y de mayor interés son las del grupo *San Pedro* y *Fortuna*, que existen entre Llama y la collada del mismo nombre al SE. de Veneros.

A 30 m. al S. de Llama pasa la línea de contacto del cretáceo y del hullero, que comienza por una capa de carbón de 0,60, inclinada al S.SO., remate occidental de una de las más seguidas del centro de la cuenca, que continúa por debajo del cretáceo al S. de Grandoso.

Entre 1 y 2 km. al S. de Llama, por ambas márgenes del arroyo de la Pedrosa que desciende de la Collada, se agrupa con otras dos de 1 á 1,50 m. una importante que se explota en la mina *San Pedro*, con desordenadas labores de rapiña; y todavía más al S. existen diversos afloramientos, uno de 3 m., correspondientes á la mina *Fortuna*, situada al SE. de la anterior, por donde los estratos están muy inclinados al NO. Los pliegues señalados en el plano de Prado son allí evidentes, retorciéndose las capas al NE. y al E.NE. con marcada separación por una falla de la cayuela devoniana.

En la conclusión de las calizas devonianas á 250 m. al S. de Felechas, las capas hulleras se retuercen en todos sentidos, acusando las profundas dislocaciones que siguieron á su formación. La primera de hulla asoma con 0,90 de espesor á 50 m. al N. del camino de Boñar, y al E. de la Venta arruinada se divide en dos lechos por un intermedio de 1 m. de cayuela, doblados con buzamiento septentrional. A otro tanto de distancia al S. de ese camino existen tres lechos de hulla con espesores comprendidos entre 0,10 y 0,50.

Pasado el río de Veneros, ó Vallina de Sotillos, á menos de 100 m. de su margen izquierda, cruza en la Retuerta una capa de hulla de

1,30, á 70 m. más al S. de la cual existe otra de 3,50, inclinada 75° S. 15° O. con mucha regularidad hasta una fila de arenisca muy dura, é inmediatas existen una al N., dividida en dos lechos, que suman 1,20 de carbón, y otra de 0,60 á 0,70 más al S. Ambas se extienden al pie de la Peña de Castro y de las escarpadas crestas de los Corralines por la depresión llamada Mata de la Cinta. Poco más al E., en Val de Legrija, cañada intermedia entre la Retuerta y la Vallina Honda, aparecen los afloramientos acabados de reseñar, uno de los cuales, en los confines de la *Ultima* y la *Dichosa*, mide 1,40 m. de espesor.

Al N. de estas capas, siguiendo á lo largo de Val de Legrija, existe un desarreglo estratigráfico merced al cual, en corto trecho, caen las capas muy tendidas al N.; de pronto se ponen verticales y no tardan en normalizarse con buzamiento meridional. Así se explica que en el tercio inferior de la cañada haya capa de carbón que, aflorando con 2,50 de espesor, acaba repentinamente en cuña reducida á la quinta parte.

Siguiendo una línea transversal á 1 km. al E. de la anterior, á P. de la collada de Sotillos y sobre la izquierda del arroyo de las Pacederas, la primera capa de carbón mide 2,30 de espesor, con 65° de inclinación al S. 10° O.; á 150 m. más adelante asoma la segunda con 1,30; 40 m. más al S. se halla la tercera, de igual potencia próximamente, á la que sigue, por fin, á corta distancia del camino de Boñar, otra subdividida en varios lechos por repetidas intercalaciones de pizarra.

Por las orillas del arroyo que baja al Porma desde la collada de Sotillos, al S. del camino de Boñar, los bancos de arenisca y de pizarra que separan dicho grupo del siguiente inclinan entre 55 y 60° al S.SO., después de otras inflexiones correspondientes á pliegues y roturas más enérgicos.

Entre 600 y 700 m. al NO. de Sotillos y de 220 á 250 al N. del camino de Boñar, se encuentra la primera capa septentrional con un espesor de 1,80 en el Arquezal, dirigida al O. 20° N., inclinada 65° S.SO. y retorcida 100 m. más al O., pasando al buzamiento

septentrional. Desde ella á los confines de la mina *Luis*, se cruza una faja de pizarras carbonosas estériles; se restablece el buzamiento meridional, que se sostiene constante á lo largo del camino de Boñar, á 160 m. al S. del cual se encuentra la primera capa de la *Luis* con 1,20 de espesor. A los 29 m. hay otra; á los 22 la tercera, cuyos espesores varían entre 1 y 7, según los afloramientos en que se observen, y, por fin, en los 70 siguientes otras tres, las dos primeras comprendidas entre 0,50 y 0,70, y la última con 2,70 en algunos sitios. Pocos metros más al S. existen dos, separadas por un espacio estéril de 4 m., que suman de 7 á 8 de espesor, se pliegan al buzamiento N. y reaparecen á 35 m. más al S., con los respectivos anchos de 5 y 2,10. Con mucha mezcla de pizarra y sólo 0,40 de espesor, hay otro afloramiento carbonoso en los confines de la *Sabero* 6 y la *Ultima*.

Tres capas principales existen más al S. de las anteriores en terrenos de la *Unica* y la *Perla*, notándose muchos desarreglos estratigráficos, pues se dirigen N. 15° O., inclinando 75° O. en varios sitios, es decir, casi en ángulo recto con la alineación general. La primera se divide en tres lechos por dos regaduras de 15 á 20 cm.; la segunda mide en largos trayectos entre 1 y 2 m., si bien en algunas labores recientes se ve arrugada en varios nudos irregulares, y, por fin, la tercera mantiene con bastante uniformidad la potencia de 1,40.

Entre 600 y 700 m. al O. 8° S. de Sotillos, una capa de hulla muy mezclada de pizarra, inclinada al O.NO., se retuerce, según la dirección, con un espesor de 1 m., que aumenta considerablemente á 47 m. más abajo, siguiendo el curso del arroyo de Sotillos, y á corta distancia más al O. otra muy próxima aflora con una potencia de 4 á 5 m. Por esta parte de la cuenca se acentúan las dislocaciones de los estratos, que ora se doblan verticales, ora caen con poca inclinación y diversos buzamientos.

Otro punto donde fueron enérgicas las dislocaciones es en el barranco de las Barganas, que corre paralelo al N. del de Peña Aguda, juntándose al Sotillos poco antes de la reunión de los tres. Por ese

lado, al S. del cerro de la Raposa, las capas del N. tienen buzamiento septentrional é inclinan de opuesto modo las del S., retorcidas y desgarradas de mil maneras.

Al N. de Sotillos comienza el hullero por una gran masa de areniscas cuarzosas duras, pasadas las cuales y unas pizarrillas carbonosas que las acompañan, aparecen dos lechos de 0,50 á 0,70 de espesor. Cien m. más al S. hay otra capa dividida en secciones por vetillas de pizarra arcillosa fuertemente inclinadas al S. á 160 m. antes de llegar al pueblo.

Entre Sotillos y el estrecho de Oceja, siguiendo la línea media transversal de la cuenca, se cruzan los siguientes afloramientos, prolongaciones respectivas de los citados hasta aquí: 1.° A 100 m. de la iglesia del pueblo, muy cerca de las casas, uno de 1,60 m. 2.° Capa en sitios de más de 7 m. de espesor, prolongación occidental de la del punto de partida de *Sabero* 5 é incluída también en esta mina excepcionalmente rica, pues en la antigua *Carmen* se arrancó, entre otras, una bolsada que no medía menos de 31 m. de grueso. 3.° Capa de grandes ensanches y estrecheces con buzamiento meridional y una potencia media de 3 m. 4.° Capa de 1 m. que penetra en la *Sabero* 6, repentinamente inclinada en sentido contrario. 5.° Afloramiento insignificante, pero que debe tenerse en cuenta para las futuras labores subterráneas. 6.° Capa que en unos sitios mide 1,30 m., en otros más de 3, no bajando el promedio de 2 m., sita en el límite meridional de *Sabero* 6 é inclinada 60° NO. entre cayuelas deleznables. 7.° y 8.° Afloramientos en bolsadas á las cuales sólo asigno en junto 1,50 de espesor como promedio. 9.° Capa irregular de 1 m. acodada según la inflexión del fondo del valle. 10 y 11. Afloramientos irregulares de 0,30 término medio. 12. Lecho de 0,40 retorcido al S. 13. Capa irregular de 0,55 entre bancos repentinamente levantados hasta cerca de la vertical. 14. Capa de 1 m. con mezcla de cayuela carbonosa, tendida hasta menos de 40° de inclinación. 15. Otra de 0,85 separada de las siguientes que forman la faja meridional por un banco de conglomerado de 5 m. de espesor, al que sigue un crestón de arenisca dura muy cuarzosa inclinada

60° N. 40° E. 16. Lecho de 0,28. 17. Capa irregular de 1,20 de espesor medio. 18. Otra también irregular de 0,50. 19. Otra de 1 m. retorcida al S., inmediata al estrecho de Oceja. Las 7.ª á 9.ª afectan por este meridiano á la demasía de la *Perla*, y las 11 á 15 están comprendidas principalmente en la *Unica*, donde se sostienen con mucha regularidad sus espesores, ofreciendo carbones de clases excelentes. La principal de la *Unica* tuvo en su comienzo menos de 30 cm. de ancho; pero siguiendo la galería abierta sobre ella á menos de 50 m. se normalizó con 1 m. de espesor muy constante, llegando en sitios á 2, con 80 á 85° inclinación S.

Al E. de la *Unica* continúan á la *Mayorgana*, donde se cuentan cuatro principales inclinadas al N. La primera, de 1,40 de espesor; la segunda, de 2,50, á 25 m. de la anterior; la tercera, de 1,50, á 21 m. de la segunda, y la cuarta, á 11 m. más adelante, reducida á 0,60. Las cuatro suman un espesor en carbón de 6 m. Por el S. las sigue una zona estéril de 260 m., y después aparecen las de la faja meridional, ó sean de la 16 á la 19.

El arroyo de Pico Agudo se ajusta á un eje anticlinal, según el cual buzan al S. las pizarras hulleras de su derecha, y al N. las de su izquierda. Entre 100 y 200 m. sobre esta última orilla, afloran en la *Sabero* 7 tres capas de hulla inclinadas 65 á 75° N.NE., con espesores comprendidos entre 1 y 2 m. cerca del límite de la concesión á corta distancia de las calizas.

Las cinco minas que acabo de citar y las *Sabero* 2, *Angelita*, *Buronesa* y su demasía, *Sabero* 5, 6 y 4, ocupan entre Sotillos y Olleros el centro de la cuenca, siendo las tres últimas de excepcional y extraordinaria riqueza.

Empezando por la *Sabero* 2, la más septentrional de toda la serie, sobre la derecha del arroyo del Rodio, se abrieron labores en una de 4 m. dividida en tres secciones: la del techo de 80 cm., con un carbón excelente para fraguas; la del medio de 40, y la del muro con cerca de 1 m., pero muy mezclada con cayuela. Por el techo inclina 50° S. y por el muro 70, lo que indica un rápido ensanche en profundidad, cuya importancia no se puede comprender por hallarse

hundidas las labores. Hacia el E. se prolonga al cerro de la Mata Grande, donde aflora con menor potencia.

En los confines de la *Sabero* 2 y la *Angelita*, á 1 km. de Sotillos, sigue otra de 2 m. de espesor, y 100 metros más al S. hay otra de 0,85 distante 250 al E. del corral de Santiago Rozas. Entre ambas se interponen tres bancos de arenisca dura, cuyas crestecillas se destacan en el terreno entre la pizarrilla arcillo-carbonosa, la cual, 20 m. más al S., cambia su buzamiento al N.NE., restableciéndose el meridional á 250 más adelante sobre la derecha del camino de Boñar.

A corta distancia al N. de este último, por ambos lados del arroyo Horcado, se encuentran las huellas de las antiguas labores á cielo abierto practicadas para explotar atrevidamente enormes bolsadas de las cinco capas siguientes: 1.ª, una de 1m.30 de espesor que adquirió un ensanche hasta de 25 en algunos sitios; 2.ª, otra que mide 14 m. en ciertos puntos; 3.ª, otra de 3,25 encajada entre pizarras tendidas con 20° inclinación N.; 4.ª, otra muy ondulada con muy variables espesores, algunos de más de 10 m., y que en el comienzo de la subida á Sotillos mide 1,80, y, por fin, la 5.ª, que á la derecha del Horcado junto al camino sólo mide 0,30, pero que conserva en largos trechos un espesor de 1,60 á 1,70, inclinada de 80 á 85° SO. A 500 m. al SO., sobre la izquierda del arroyo Adiles y en el punto de partida de *Sabero* 6, existe otra bolsada de carbón de 13 m. de ancho, percibiéndose inmediatas señales de afloramientos de otras capas.

Siguiendo el meridiano de Olleros, se observan desde las tierras de la Gatuña las variaciones que á continuación se expresan: cerca del límite septentrional de la cuenca se encuentra una capa de 1 m. de espesor, con 65 á 70° inclinación S.SO.; á 50 m. más al S. hay otra de 0,35, y á 80 de esta última, entre las crestas de arenisca dura que se destacan en lo alto del monte Rodio, asoma otra tercera de 0,60. Las tres son las que cruzan á lo largo de la *Sabero* 2, y á ellas sigue en 400 m. de anchura una zona estéril ocupada por la *Buronesa*, en cuyos límites cambia el buzamiento de los estratos en sentido contrario.

Penetrando en la *Sabero* 5 se encuentran las prolongaciones á Oriente de los enormes afloramientos de la antigua *Abundante*, midiéndose en el primero hasta 8,40 de grueso á 260 m. al N. 15° E. de la iglesia de Olleros. Esta potente capa está dividida en dos secciones: la del N. con 4,40, y la del S. con 3,30, separadas por una cuña de pizarra de 0,70. A 122 más al S., hay otra de 2,75; á 64 m. otra que no mide menos de 10,80 m. en algunos sitios; á 30 m. otra de 1,50, si bien la tercera parte de este grueso es de pizarrilla arcillosa repetidas veces intercalada, y por fin, á 44 de ésta, aflora junto á la esquina NE. de la iglesia de Olleros, y en el mismo camino de Boñar, otra con 2,80 m.

Entre la iglesia de Olleros y el barrio del S. se dislocan los estratos, tendiéndose desde la vertical hasta menos de 30°, con diversas inflexiones en el sentido de la dirección.

Al considerar los excepcionales espesores de las capas de carbón entre Sotillos y Olleros independientes de las dislocaciones estratigráficas, es natural suponer que al final del hullero medio se acumularon en fondos de reducida extensión, por allí situados, masas vegetales también excepcionalmente voluminosas, tanto con relación al resto de esta cuenca, cuanto respecto á las inmediatas de los dos lados de la cordillera.

A 500 m. SO. de Olleros, junto al camino de Oceja, afloran las siguientes: una de 0,95, que inclina 70° N.; á los 10 m., otra de 0,60; á los 20, otra con un ancho de 9, subdividida en varios lechos delgados; después algunos bancos de pudinga, notándose en la arenisca que la sucede varios pliegues en que predomina el buzamiento meridional, retorciéndose por fin al NE. con diversos grados de inclinación al NO. Al S. de la *Sabero* 4, se prolongan á la *Dolores* otras dos que hay más al S., procedentes de *Sabero* 7 y de la *Aurora*. La principal varía en su espesor entre 1 y 3 m., y á 26 más al S. otra inmediata á las calizas se arrumba al O. 10° N.

Siguiendo el curso del arroyo de la Herrera, al E. de Olleros, se cruzan diagonalmente las capas del centro de la cuenca, que en Las Pecinas se retuercen, pliegan y desgarran en diversos sentidos,

presentándose vetas irregulares de carbón hasta de 1 m. de espesor. A 200 m. más al S. siguen las dislocaciones con multiplicadas arrugas, y distante 60 m. de un afloramiento en bolsadas existe la boca de una galería arruinada en que se siguió otra capa de 1,70 m., inclinada al N.NO., quedando intermedia en el Cojal otra de 0,90 con 70° de inclinación en sentido contrario. Tiéndense de nuevo los estratos, y poco antes del pontón, donde el camino de Boñar cruza al arroyo, se ve otra de 6,90 á 40 m. de dicha galería, y continuando hacia el límite meridional de la cuenca, entre el Horcado y la Peña de las Agujas, sitio nombrado Vardetorno, existe otra de 0,90, dirigida al O. 30° N. con buzamiento septentrional, subdividida en tres lechos.

En el meridiano de Saelices, por los confines de la *Sabero* 1 y la *Primera*, tocando los límites de la cuenca, aparece la capa más septentrional, con cerca de 2 m. de espesor, pero muy mezclada de pizarra; suceden á ella otras dos, la principal con 1 á 2 m. y 45° de inclinación al SE., aumentando ésta hasta los 70° sobre la derecha del arroyo de Saelices. Más adelante, con igual inclinación y buzamiento, mide 1,20 m. de espesor en unos sitios, 2,30 en otros, pudiéndose admitir 1,60 como promedio.

Estas capas avanzan de 250 á 300 m. al N. con relación á las prolongaciones al E. de las capas más septentrionales de la *Sabero* 2, lo que hace dudar si esa diferencia en las distancias se debe á una falla transversal ó diagonal en relación con las dislocaciones que se notan en Olleros. Sin labores subterráneas que aclaren la mayor ó menor importancia de esos trastornos estratigráficos de la superficie, será, sin embargo, difícil afirmar ó negar la existencia de esa falla. Obsérvese además que junto al arroyo de los Argañales, al pie de los cerros de los Matizales, las fajas de areniscas y de pizarras estériles revuelven al NE. con 45 á 55° inclinación al NO.

Entre 200 y 400 m. al S. de Saelices, pasan muy atenuadas las capas de la *Sabero* 5 hasta el punto que donde mayor grueso conservan es en la *Estrella*, donde la mayor alcanza 2,30 m., inclinando 30° S., y la misma prosigue á la *Segura*, á P. del monte de Cas-

tro. Por este lado de la cuenca hay otras alteraciones estratigráficas de importancia en relación con las acabadas de citar. Hasta 200 m. al SO. de Saelices avanza, con un ancho de 100 m., una faja de caliza devoniana, destacada de la que limita la cuenca por el S., y forma un serrijón arrumbado al E.NE. que corta las capas de carbón, produciendo en ellas un salto.

Entre Saelices y Sabero, marchando al NE., ó entre la fábrica de San Blas y el monte Castro, yendo de N. á S., se encuentra la *Sabero* 11, donde se comenzó á explotar en tiempos antiguos, sobre la derecha del Horcado, una que pasa de 1 m. de espesor, con cuyos menudos se fabricaba un cok de excelente calidad. Sus labores ponen de manifiesto excavaciones de alguna importancia, inclinando los estratos de 40 á 60° N. 26° O., é indudablemente es aquélla la prolongación oriental de la más importante de la mina *Sabero* 1.

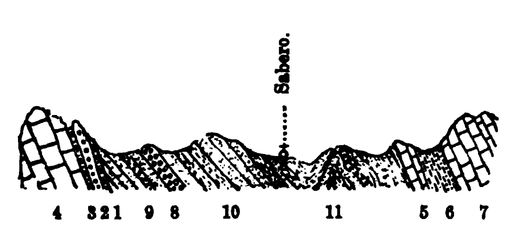


Fig. 18.—Corte á través de Sabero.

Un corte á través de la cuenca pasando por la iglesia de Sabero, cruzaría las minas *Rosario* y *Sabero* 10, de menor interés que muchas de las anteriormente citadas, por más que con ese meridiano se midiese la anchura máxima de la cuenca, y en la fig. 18 se representa la disposición de los estratos por la parte oriental de ésta. A causa de una inversión completa de los bancos anteriores al carbonífero, los hulleros se apoyan discordantes sobre la caliza roja cambriana, 1, que parece sobrepuesta á las cuarcitas silurianas, 2, las cuales desgajadas en agudas crestas cruzan el Esla en una faja de 80 á 100 metros de ancho, pero que en su extremo occidental se adelgazan rápidamente hasta terminar en punta en los picos del Arrastradero. Esas cuarcitas, por la vegetación criptogámica que sustentan, aunque blancas en la fractura fresca, aparecen con tintes obscuros, yacentes sobre otra fajita más estrecha, 5, de cayue-

la devoniana á su vez apoyada sobre la caliza, 4, devoniana también. Marchando de N. á S. las primeras capas hulleras que asoman son las samitas, 9, entre las cuales apenas se ven señales de carbón; aflora después la faja de gonfolitas, 8, que por su mayor dureza se destacan en el suelo; sigue la zona pobre en hulla y formada principalmente de areniscas, 10, á continuación de la cual se presenta la banda del hullero rico en combustible, 11, con predominio de pizarras. Nótase en ésta un doble cambio de buzamiento entre Sabero y la Peña de Llaneces formada de bancos de caliza devoniana, 5, con profusión de *Athyris reticularis*, coralarios y nódulos de pedernal, más al S. de cuya cumbre se abre un vallejo en las cayuelas ó pizarrillas arcillosas, también devonianas, 6, á las que se sobreponen con mayor desarrollo las calizas del mismo sistema, 7, que sobresalen en el Hayedo y el Castillo de San Martín.

A 300 m. al SO. del pueblo, junto al camino de Valdevillar, tiene la *Rosario* un lecho de 25 cm. entre cayuelas, que se rasgan en todos los sentidos con variables inclinaciones; pero más al Mediodía, en la *Sabero* 10, es donde mejor se pueden comprobar las revueltas y pliegues en el sentido de la dirección que Prado señaló en su antiguo mapa geológico de la comarca. En el punto de partida de dicha mina, se levantan los estratos muy inclinados al E. 10° S.; unos 30 m. más adelante, los lechos carbonosos se reúnen en una capa de 1,40 m. de espesor, encajada entre cayuelas deleznables cubiertas de areniscas, y á otros 20 más al S. existe un pozo antiguo donde todos los bancos se encorvan en arco.

A los 30 al E. de la primera capa, asoma otra paralela de 0,74; á 12 m. más adelante hay una tercera y se reduce á 0,40, presentándose, por fin, hasta tocar con las calizas de la Peña ó monte Llaneces, otra distante 150 m. al SE. del mencionado punto de partida. Esa misma adquiere al SO. de la montaña extraordinario desarrollo, buzando con diversas inclinaciones en sentido contrario, acompañada de algunos bancos irregulares de conglomerado que terminan cortados por la caliza devoniana, como si ésta fuese una roca hipogénica y de formación posterior.

La colladita ó loma de Prado-Fuego que media entre el monte Llaneces y las Peñas del castillo de San Martín, marca la inflexión de las capas hulleras, arrumbadas casi normalmente al O.NO. con 70° de inclinación septentrional al pie de los crestones de caliza de dichos montes y del Hayedo.

Por las inmediaciones del Esla pierde la mayor parte de su importancia esa cuenca, y en relación con los trastornos estratigráficos de la *Sabero* 10, hay en la *Rosario* y sus inmediatas otros dignos de mención. Al S. de la loma de Sabero, entre 200 y 500 m. al NE. del pueblo, las capas, muy pobres en carbón, se encorvan hasta arrumbarse de N. á S. con variables inclinaciones al O. Sobre la derecha del Esla, próximas á Alejico, la mina *Rosario* tiene dos de hulla de 0,70; otra de 0,30 al N. del arroyo de La Canalina, y otras tres de secundario interés en su mitad meridional. Las samitas obscuras con cayuelas carbonosas que las encajan, inclinan 50 á 60° N., á poca distancia de la barca de Sabero; pero se observan en ellas repetidos plieguecitos parciales, retorciéndose con 55° de inclinación al O.SO.

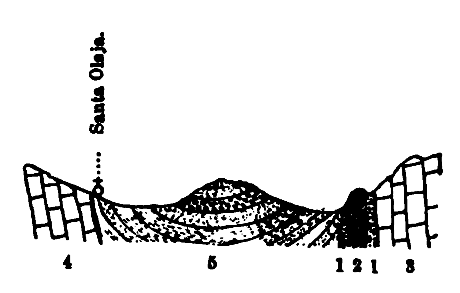


Fig. 19.—Corte por Santa Olaja.

Un corte que de N. á S. cruce por Santa Olaja á las Capillas de Peña Corada, en el remate oriental de esta cuenca, muestra la disposición de los estratos según se indica en la fig. 19. Sobre las calizas devonianas, 4, que se alzan al N. de dicho pueblo yacen discordantes las capas hulleras, 5, dobladas suavemente en un sinclinal y limitadas por la faja meridional devoniana de Peña Corada sobre cuyas calizas fosilíferas, 3, fuertemente levantadas parecen apoyarse las pizarrillas arcillosas, 1, entre las cuales se incluye un banco de hematites roja, pisolítica, 2, que mide dos metros de espesor por esa parte.

Conforme se indica en el plano de Prado, al otro lado del Esla

continúa todavía la cuenca hasta tocar las faldas NO. de Peña Corada al S. de Santa Olaja y de Fuentes. En el espacio de 50 m. á cosa de 400 al S. de Santa Olaja, asoman tres capas de carbón de algún interés, que á causa de los pliegues de los estratos asoman dos veces; se prolongan por los montes de la Braña, sobre las márgenes del arroyo Marniego que baja de Peña Corada, y se retuercen al NE. en su remate oriental, con variables inclinaciones al S. y SE. A partir de allí, el hullero estrecha considerablemente hasta terminar en una fajita insignificante en un paraje próximamente equidistante de Fuentes y Peña Corada.

En su remate oriental las capas están sujetas á repetidas dislocaciones. El buzamiento meridional es el más general; la inclinación oscila entre 30 y 80°, siendo la más frecuente la comprendida entre 50 y 70°, y se retuercen en todos sentidos con intercalaciones de lechos de carbón muy delgados é irregulares entre Santa Olaja y Fuentes. Por bajo de las casas de este último pueblo, entre areniscas y cayuelas, se extiende uno de 0,40 con mucha pizarrilla intercalada, encorvado con buzamiento al NE., y 1 km. más á L., en el paraje nombrado Peñas Caídas, inferior á las pudingas, asoma otro con 0,70 en ciertos sitios.

De las diez especies fósiles recogidas en esta cuenca, cinco corresponden al hullero medio, dos al superior y tres son comunes de los dos tramos, y son las siguientes: *Calamites Suckowi*, *Cistii* y *cannæformis; Calamocladus longifolius* y *equiseliformis*, *Neuropteris gigantea*, *Pecopteris arborescens*, *Alethopteris lonchitica* y *Serlii*, *Sigillaria elliptica*.

En resumen: las circunstancias peculiares de esta cuenca son las siguientes:

1.ª La parte más rica se halla comprendida entre el meridiano de la collada de Sotillos y el de Saelices, siendo el término de Olleros el que encierra mayor cantidad de carbón.

2.ª Las dislocaciones de los estratos son muy frecuentes; mas en conjunto forman un doble pliegue en figura de M tendida al S. en el sentido del buzamiento.

3.ª Como promedio general se dirigen E. á O., y los cambios al NE. y al N. sólo se mantienen en muy pocos metros de longitud hasta en el extremo oriental de la cuenca, donde son más enérgicas y repetidas las dislocaciones.

4.ª Las inclinaciones más frecuentes oscilan entre 50 y 70°, y en más sitios son superiores que inferiores á estas cifras.

5.ª Hay dos grupos de capas con arreglo á sus espesores: uno en que éstos varían mucho en longitud y profundidad, con gruesos extraordinarios de 4 á 25 m., y otro en que la potencia media está comprendida entre 0,70 y 2,50, manteniéndose con favorable regularidad.

6.ª Varían mucho, según las capas, la consistencia de los hastiales, así como la riqueza y consistencia de sus carbones; pero más de la mitad de aquéllas exigirán cuidadosa clasificación y esmerados lavados, cuando las explotaciones comiencen de una manera formal con los indispensables elementos de trabajo.

7.ª En el sentido de su longitud, se puede considerar dividida esta cuenca en estas cuatro zonas: *A.* La septentrional en la base de la formación que interesa á las minas *Sabero* 3, *Sabero* 2, *Sabero* 1, *Sabero* 11 y *Rosario*. *B.* Zona estéril que cruza por la collada de Sotillos: se prolonga entre el cerro del Rodio y el arroyo Horcado; pasa entre 260 y 600 m. al N. de Olleros; sigue entre el cerro de la Mata y Saelices, y por fin, al N. de Sabero. *C.* Zona central ó media donde radican las minas de mayor riqueza. *D.* Zona meridional, que es la más dislocada.

Cantidad y calidad de los carbones.—Sin señalar cantidad aproximada, exageró Prado la importancia de esta cuenca hasta el punto de suponerla todavía más rica que la de Langreo; diez años después redujo Schulz á 12 millones de toneladas la hulla encerrada en ella; Salazar supuso 33 millones, y Fourdinier, 56. Posteriormente Don Ramón Pellico calculó tan sólo 17 millones, teniendo en cuenta el 25 por 100 de mermas del volumen total que calculó; cifra que puede admitirse, suponiendo que la profundidad media á que alcancen las labores para su total explotación sea de unos 200 m. á lo sumo,

Cuantas personas han ensayado los carbones de Sabero están conformes en afirmar que son de los más excelentes de Castilla, casi todos semi-grasos, perfectamente coquizables, aunque sea al aire libre. Su composición media es la siguiente, según diferentes ensayos:

	1	2	3	4	5	6	7
Carbono fijo..........	79,5	72,9	68,1	72,9	76,2	77,2	76,9
Materias volátiles.....	11,9	20,6	14,9	23,7	21,9	22,8	23,0
Cenizas.............	3,0	5,1	13,1	3,4	1,9	2,6	2,3

El núm. 1 pertenece á la antigua *Sucesiva*, hoy *Sabero* 2; el 2 es de *Sabero* 5 (a. *Abundante*); el 3, de *Sabero* 11 (a. *Palentina*); el 4, de la *Sabero* 6; el 5, de la *Sabero* 5; el 6, de la *Sabero* 7, y el 7, de la *Sabero* 4. La proporción de cok varía del 76 al 84 por 100, generalmente de muy buena calidad.

Varias fajitas y manchas diminutas existen anejas é inmediatas á la de Sabero. La principal, sita en la montaña de Feged á media legua al S. de Argovejo y una legua al N. de Aleje, encierra una capa de carbón bituminoso y se incluye entre el devoniano, dirigida al NE. en bancos casi verticales ó muy inclinados al SE., reducido su ancho á 50 m. y compuesta de pizarras arcillosas negruzcas, areniscas blanquecinas con riñones de hierro carbonatado, existiendo en sus límites una pudinga cuarzosa muy dura, que sobresale en crestas dentelladas. Al SO. se halla en contacto con la pudinga caliza, que en esta parte no tiene más de 25 m. de espesor.

Cuenca hullera de Valderrueda y Guardo.—Así como las cuencas anteriormente descritas encajan por completo en formaciones más antiguas, la de Valderrueda y Guardo está limitada al S. por las arenas, arcillas y calizas cretáceas en unos espacios, y los conglomerados cuarzosos diluviales en otros más extensos. Por el O. se recorta al pie de Peña Corada con numerosos entrantes y salientes, á modo de un engranaje de dientes muy agudos y prolongados con las calizas

devonianas, que avanzan al N.NO. en dirección á La Mata; sobresalen en la Peña de la Villa, de donde siguen por la de Campiondo, situada entre Ocejo, Ferreras y La Mata. A partir de allí, dos filas de montañas se bifurcan: una que avanza al N. de Prioro y cerca del lado opuesto de la cuenquecita de Tejerina; otra que vuelve hacia el E., cruza el Cea entre Prioro y Morgovejo y se dirige por cerca de Caminayo á la Peña Blanca. En ese trayecto no son las calizas, sino una faja de conglomerados cuarzosos, la roca que limita la cuenca.

Desde Peña Blanca, en los confines de León y Palencia, el límite septentrional se dirige al SE. por las sierras de Velilla, cruzando el Carrión cerca de este pueblo; continúa por Peña Turquilla á la de Cañabato, pasado el Campo Cantecín y Prado Mañero, al N. de Guardo, y sobresale más á L. por encima de Las Eras en la Peña Castrillo, donde se acodan la cuenca y la fila de sierras que la cercan. Estas continúan en arco á partir de dicha Peña Castrillo, por Peña Cueto sobre Santibáñez, Terrobla sobre Villafría, y por delante de la sierra del Brezo, las Peñas del Mediodía y Grande al N. de Villaverde, Peña Blanca entre Velilla y Villanueva de la Peña, el Castro del Mediodía sobre este pueblo y Peña Redonda, por encima de Traspeña. Entre esta última y la de Cantoral hay una fila de crestas casi tan altas, pero menos salientes, en 4 km. de longitud; y la de Cantoral determina otro codo, en que las sierras, así como la cuenca, se desvían al NE. hasta su final en el pico Almonga, á corta distancia de Cervera y de la derecha del Pisuerga.

Comienza el límite meridional de la cuenca en las vertientes orientales de Peña Corada, entre 2 y 3 km. á P. de Prado; entre este pueblo y Cerezal toca las arcillas y arenas cretáceas, y cerca del Puente Almuey se interponen los conglomerados cuaternarios, torciendo bruscamente la línea al NO. hasta Soto por un salto general á lo largo del Cea que se acerca á 3 km. de largo. De Soto revuelve la divisoria al SE., se ajusta al vallejo Rabanal, pasa cerca de Cegoñal, y con ligeras ondulaciones se dirige por el de Matamala hasta su confluencia con el más importante de la Espina, que cruza perpendicularmente, dirigido este límite á la Cruz del Jabalí, en los confines

de las dos provincias de León y Palencia. En ésta penetra á partir de dicho punto, siguiendo la línea á corta distancia al N. del camino de Guardo, y casi siempre en contacto con los conglomerados diluviales.

Desde Guardo hasta Cantoral las rocas cretáceas tocan por el S. las hulleras, y la línea divisoria hace ligeras ondulaciones arrumbada en su conjunto al E., con una inflexión al E.NE. desde Las Eras á Aviñante, y otra más larga al SE. entre Velilla y Cubillo. En los 7 km. de su extremo oriental, reducida á estrecha fajita, se acoda al NE. desde ese último pueblo hasta Cervera, y la limitan las rocas diluviales sobrepuestas casi enteramente á las cretáceas.

Mide la cuenca 173 km. cuadrados, con la longitud de 47 km. y el ancho medio de 3,67. La mayor parte corresponde á la provincia de León, donde alcanza un ancho de 10 km. desde la Red al puente Almey, de 8 en las márgenes del Cea y de 8 $^1/_2$ en los confines de la provincia de Palencia. En esta última, hasta la derecha del Carrión, su anchura es todavía de 6 km.; pero en cuanto se cruza á la orilla opuesta, desde Guardo se reduce á la mitad, apenas llega á 2 al N. de Muñeca, y desde este pueblo se estrecha rápidamente, prolongada en una faja sinuosa, reducida en su última parte, desde Cantoral á Cervera, á 300 m., término medio.

Para su examen detallado consideraré la cuenca dividida en cuatro secciones: 1.ª Desde Peña Corada á la derecha del Cea (7330 hectáreas), en la que se hallan enclavados en totalidad ó en parte los términos de Prado, Cerezal, Taranilla, San Martino, Robledo, Renedo, El Otero, La Mata, Muñeca, La Red y Villa del Monte. 2.ª Desde la izquierda del Cea á los confines de León y Palencia (3662 hectáreas), en la cual se encuentran Soto, Villacorta, Valderrueda, La Sota, Caminayo y Cegoñal. 3.ª Desde dichos confines á la derecha del Carrión (2944 hectáreas), correspondiente á los términos de Guardo y Velilla de Guardo, sin comprender población alguna dentro de su territorio. 4.ª Desde la izquierda del Carrión hasta su remate oriental (3346 hectáreas), que se halla al N. de Guardo, Muñeca, Villanueva de Muñeca, Las Eras y Santibáñez; afecta después á los lu-

gares de Aviñante, Villafría, Villaverde, Velilla, Villanueva de la Peña, Traspeña, Cubillo, Cantoral, y por fin á la villa de Cervera.

Su composición es idéntica á la de las anteriores. En contacto de las capas de carbón, suelen ser blandas y deleznables las pizarras arcillosas, que en las zonas pobres se presentan, por el contrario, endurecidas, con granillos de cuarzo y manchas ocráceas. Las areniscas ó samitas en pocos sitios son fino-granudas. Existe también en ciertos niveles un conglomerado brechoide de cantos de caliza gris azulada, poco rodados, á veces angulosos, de pequeño tamaño. Son en total cuatro ó cinco bancos, prolongación de los citados en la cuenca de Sabero, y constituyen un excelente horizonte que marca con toda claridad los cambios y trastornos estratigráficos ocurridos. Esos bancos, cuyo espesor varía de 3 á 5 m. cada uno, inclinan suavemente al S. por bajo de La Red, en la aldea de Muñeca; alternando con areniscas y pizarras, se prolongan al E. en torno de Villa del Monte, y merced á un pliegue reaparecen en El Otero arrumbados al E. 25° N, Nuevos pliegues se notan en los mismos bancos entre El Otero y Renedo, entre Renedo y San Martino, continuando á P. de un lado entre Renedo y La Mata, y más al S., entre San Martino y Robledo, lugar edificado también en gran parte sobre gruesos bancos de esa roca, muy inclinados al SE.

Más al NE. de esos puntos, por las montañas que cierran el valle del Cea, frente á Morgovejo, se destacan los mismos cuatro bancos con ligeras ondulaciones, conservando su espesor al otro lado del río en los términos de Valderrueda y Villacorta, bajo cuyas casas existen. A 250 metros al E. del segundo pueblo, uno de los bancos tuerce de N. á S. con 65° de inclinación al O., acusando uno de los trastornos estratigráficos más notables de la cuenca; y 100 m. más al E., en el Hoyo de los Campos, se doblan con buzamiento contrario; pero más al S. se acodan en ángulo recto dirigidas de E. á O. con 45° de inclinación al N. en las lomas que separan el valle de Villacorta del de Valdeoncil, de donde se prolongan á Soto. El más inferior cruza al SE. de este pueblo; otro asoma en las casas del N. del mismo, y todos se aproximan por esta parte al límite extremo meridional de la cuenca.

Al E. y NE. de Valderrueda, en la unión de los vallejos de Vocinislo y Llamalmonte, así como en el de Las Cirujalinas, asoman los cuatro bancos en escarpados crestones, disminuyendo considerablemente en espesor hacia los confines de ambas provincias. También por los Corrales de Villacorta decrece rápidamente el espesor de las gonfolitas en dirección al valle de La Espina, por donde, á 300 m. al SO. de la estaca 27 de la mina *Trueno* (Palencia), asoman entre areniscas y pizarras con 70° de inclinación al N.NE. A otros 200 m. más en la misma dirección se tienden hasta la horizontal, y más al E., en el resto de la cuenca, apenas se ven señales de ellos.

Claramente se observa en esta cuenca una inversión completa de los estratos, en virtud de la cual la caliza y las cuarcitas devonianas que la limitan al N. se sobreponen á las areniscas y pizarras hulleras; éstas aparecen superiores á las arenas y arcillas cretáceas, que á su vez se recortan sobrepuestas á los conglomerados diluviales, como puede observarse, entre otros sitios, en la villa de Guardo. Esta inversión general debió ocurrir al final del eoceno, de cuya fecha data el levantamiento de la cordillera cantabro-pirenáica; y el buzamiento septentrional de las rocas cuaternarias se explica por los senos ó entrantes que, á causa de esa inversión, resultaron en los bancos cretáceos, á la manera que ciertos acantilados de algunas costas escarpadas se rellenan con sedimentos recientes acomodados al relieve del suelo.

Por esa inversión completa predomina el buzamiento septentrional; pero como en algunos espacios las capas tienen el opuesto, se comprueba la existencia de varios pliegues en el sentido N. á S., sin perjuicio de otros oblicuos y perpendiculares. Esos pliegues, en el sentido de la inclinación, se repitieron de tres á cuatro veces por ambos lados del Cea, de dos á tres en la derecha del Carrión y se reducen á uno solo en la sección oriental de la cuenca.

Otros pliegues oblicuos y en el sentido de la dirección de los estratos se notan en varios sitios, tales como al N. de Prado, en Villa del Monte y Morgovejo, en Villacorta, los de la Friera al NO. de Velilla de Guardo, etc. Tanto estos pliegues generales, como multiplica-

das ondulaciones que se observan por todas partes, responden á ciertos movimientos á que estuvieron sometidos antes de la inversión general, á pesar de cuyas dislocaciones la marcha de los estratos oscila, en conjunto, de O. 5° á 20° N.; pero preciso es detallar algunas variaciones estratigráficas.

Las más notables de todas son las de unos conglomerados cuarzosos, más antiguos que los calizos brechoides anteriormente expresados. Asoman en contacto de las calizas y cuarcitas devonianas al E. de La Red, gradual y rápidamente ensanchan hasta medir 1 km. de latitud en Las Conjas, entre los Baños de Morgovejo y Prioro, á los 2 km. de su comienzo, hasta desaparecer á próximamente igual distancia al otro lado del Cea, junto á las calizas de Peña Blanca, cerca de Caminayo. En Las Conjas, sobre ese río, se hallan en estratos casi horizontales; pero entre éstas y La Red, á 1 km. al SO. de Prioro, se revuelven casi verticales, desgarrados en todos sentidos. Visto ese cordón de conglomerado desde una de las cumbres inmediatas que le dominan, figuran una S, cuya convexidad mira al S. en su mitad occidental y al N. en la oriental, y esta torsión en todos sentidos nos explica otros desarreglos estratigráficos parecidos.

Muy imperfectamente señaladas están en el Mapa general las líneas divisorias del carbonífero inferior y del hullero al S. de Riaño. En las inmediaciones de Tejerina, la caliza de montaña se intercala en varias fajitas estrechas entre conglomerados y pizarras del hullero inferior, según se indica en la figura 20.

En los altos de Entreserrera, al N. de Tejerina, la caliza carbonífera azulada con spirifer, crinoides y coralarios 1, se vuelca sobre el hullero, compuesto de alternancia de pizarras y samitas 6, apoyadas en potentes bancos de conglomerados cuarzosos 4, que descuellan por los picos de Peñas Prietas, apoyados á su vez sobre otra faja de calizas, 2, que á menos de 2 km. al E. de Tejerina se estrecha considerablemente reducida á una faja de 20 m., rodeada de las capas hulleras con restos vegetales, 7. Estas se tienden con 50° de inclinación junto á Tejerina, encerrando numerosos lechos carbonosos, entre los cuales merecen contarse tres de hulla seca, pero pizarreña

y muy mezclada de cayuela; uno al N. del pueblo; otro que toca á su iglesia, y otro que asoma á 1 km. á P., siguiendo el camino de Remolina. Todos ellos se prolongan junto al camino de Pedrosa y por el Alto del Pando, retorciéndose al NE. con buzamiento septentrional, lo cual se nota mejor en los conglomerados cuarzosos. Más al S. sobresalen otras pudingas calizas, pasadas las cuales, las cayuelas obscuras y las areniscas se tienden onduladas hasta las Conjas de Prioro, intercalándose en las primeras algunos lechos delgados de calizas pizarreñas, 3. Vuelven á levantarse fuertemente los estratos en contacto con las pudingas de las Conjas, 5, y se tienden de nuevo hasta cerca de La Red, donde otra vez más se levantan casi verticales todos los estratos, y entre éstos las pudingas de calizas azules con algunos cantos cuarzosos.

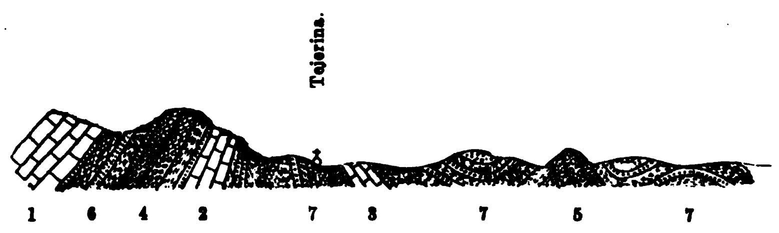


Fig. 20.—Corte de Tejerina á Prioro.

Demuestran todas estas variaciones estratigráficas que por este lado de la cordillera cantábrica no son menores las dislocaciones del sistema que por el opuesto, según se detallará más adelante.

Conglomerados cuarzosos análogos reaparecen á P. de Velilla de Guardo en una longitud de 2 km., destacados en grandes peñones entre el Corral de Valdecorcos y Prado Llano (confines de León y Palencia), sobresaliendo principalmente en las Peñitas de Campolengo, donde inclinan 75° N. y miden 300 m. de anchura. Más al O. se tienden hasta la horizontal en el Sextil de Matalvera y en la bajada al valle de la Espina, abiertos en dos ramas con un ancho de 150 m., inclinando al N. las capas septentrionales y al S. las de Mediodía, hasta extinguirse á poca distancia.

No hay en la cuenca montañas ni serrezuelas que sean de penoso acceso ni de grandes alturas; pero tan cubiertas de bosques y malezas se encuentran, que no es posible examinar una capa en grandes trayectos siguiendo los afloramientos. Y como tampoco se han desarrollado labores suficientes para estudiar su riqueza hullera á ciertas profundidades, para formarnos una idea de su constitución, es preciso recorrer los barrancos y vallejos donde aparecen algo al descubierto.

Como regla general, la zona más rica en carbón se halla en su parte meridional inmediata á las rocas cretáceas y á los conglomerados cuaternarios; existe otra central más amplia, pero más pobre, y hay otra septentrional cuyos carbones son excesivamente secos y deleznables.

Por su extremo occidental comienzan los afloramientos en las vertientes SE. de Peña Corada, en el tortuoso barranco de Las Barrusqueras, á poco más de 1 km. al N. de Prado, donde se cuentan 12 capas, algunas de 1 m. de espesor, como la que hay á 600 m. al NE. de dicho pueblo, que suministra excelente cok, y otra que á 500 m. al S. de Robledo, en el valle de Ojedo, inclina 52° SE. A 1 km. al O. 35° N. de este último lugar aflora otra que llega hasta el pie de Peña Corada, existiendo otras de mediano interés entre los dos cabos de caliza allí inmediatos, prolongadas al mismo Robledo bajo gruesos bancos de pudinga caliza ó gonfolita antes citada.

Entre 200 y 300 m. al E. de las ruinas del convento de San Guillermo, sobre el arroyo de Vega-Frares, de 2 á 3 km. á P. de El Otero y de Renedo, seis afloramientos, alguno de importancia, inclinados 45° al NO., avanzan también hasta concluir en la caliza de las vertientes orientales de Peña Corada, al N. de la cual, en la collada de Fuentes, se prolonga la cuenca en dirección á la de Sabero, formando una estrecha lengüeta que penetra algo en las vertientes del Esla hasta desaparecer en las calizas. Vense allí algunos lechos carbonosos, remate occidental de las capas, que cruzan á 200 m. al N. de la ermita de Velilla, prolongadas más de 5 km. hasta El Otero.

Nótese que por este extremo de la cuenca las capas se doblan en

el sentido de la dirección, hasta tenerla próximamente perpendicular á la general ó predominante.

Mucha importancia se dió cuando comenzaron las primeras explotaciones, á mediados de siglo, á la serie de capas inmediatas á Prado y Cerezal, donde existieron las minas *Flor*, *Expedición*, *Esmeralda*, etc., á las que sustituyó la *Peral*. Afloran más de 20 entre medio y 1 km. al N. de Cerezal, varias con espesores de menos de 40 cm.; pero seis comprendidas entre medio y 1 m. cada una. La novena, empezando á contar desde el S., que se nombró *Gaseosa* por las grandes cantidades de materias volátiles que contiene, pasa en algunos sitios de 1 m. de espesor y está separada de la décima por un lecho de arenisca de 25 cm. A 25 m. al N. está, entre otras menos importantes, la que se nombró *Mallorquina*, con 65° de inclinación septentrional y entre 50 y 75 cm. de espesor, también afamada en el país por la pureza de sus carbones. Esta y las otras cinco explotables, con otras de exiguos espesores, se prolongan más á L. dirigidas O. 15° N., avanzando hasta las márgenes del Cea por encima del puente de Almuey.

Al pie de Peña Corada, en el extremo occidental de la cuenca, una transversal abierta en la mina *Los Reyes* cortó las 9 primeras capas con espesores comprendidos entre 0,50 y 2 m., que se midieron en la 5.ª, teniendo 1 m. la 1.ª y la 9.ª, 0,50 la 3.ª y la 7.ª, y las otras tres 0,70. Un kilómetro más al E., en el camino de la Solana, varias calicatas han puesto de manifiesto para las 11 primeras capas de la faja meridional los espesores respectivos de 1,50 en la 1.ª, la 5.ª y la 9.ª; de 1,25 para la 2.ª y la 6.ª; de 1 m. para la 3.ª y 4.ª; de 0,50 para la 7.ª; de 0,80 para la 8.ª; de 1,75 para la 10, y de 2 m. para la 11, según informe del Sr. Arce (1). Espesores parecidos se descubrieron en otras calicatas inmediatas á Robledo, en el camino de Los Caleros y otros parajes inmediatos.

Trabajos muy recientes efectuados en la *Peral* por la Compañía francesa de las minas de Castilla la Vieja, han comprobado la bondad

(1) *Cuatro palabras acerca de la mina de carbón «Los Reyes,»* pág. 6.

de esta parte de la cuenca, que por este lado ha de ser muy pronto perfectamente reconocida. En el meridiano de Cerezal, á 180 m. al N. del pueblo, aparece la 1.ª capa subdividida en dos lechos que suman 2,40 metros de espesor; á 110 más adelante asoma la 2.ª en tres vetas que equivalen á 1,20; á 40 la 3.ª, también subdividida con gruesos que varían de 0,80 á 1,30. A estas tres capas siguen sucesivamente las siguientes: la 4.ª á 16 m., con 0,70; la 5.ª, ó sea la *Rica*, á 4 m. con igual espesor que la anterior; la *Castellana* á 17 metros, subdividida en dos lechos que componen 0,80; la 7.ª á 25 metros y 0,45 de potencia; la 8.ª á 70, poco más delgada; la 9.ª á 20 metros, de 0,25 á 0,30; la *Gaseosa*, que produce mucho carbón grueso, y en 1,20 de caja se divide en él la del muro, que es la principal, y la del techo, que desaparece á intervalos; la *Mallorquina* que varía en nódulos de 0,60 á 1 m. y cuyo carbón es mucho más quebradizo, y la *Rosario*, que también se disgrega en bolsadas comprendidas entre 0,70 y 1,70 en una caja de 6 m. compuesta en sus dos terceras partes de pizarrilla negra. Todas estas capas inclinan entre 70 y 80° N.

Más al N. de la faja de capas de *Los Reyes* y *La Peral* existen numerosos afloramientos á derecha é izquierda del valle de Taranilla, cruzando cinco el vallejo de Carbajal, entre ese pueblo y Robledo, con variables inclinaciones al N. Onduladas según su dirección, pasan á Monte Molino y los cerros de Castro, entre 100 y 600 m. al S. de Taranilla, y 600 más al N., en la valleja del Rey, se retuercen en todos sentidos con buzamiento septentrional predominante.

Merced á un fuerte pliegue, que motivó su desgarre, 1 km. al N. 27° E. de Taranilla, reaparecen las mismas capas muy inclinadas al S., una de 1,30 de espesor, prolongadas hacia San Martino, por Untanar y Valdelosina. En el Canto del Muerto, á 2 km. al NE. de Taranilla, asoma otra retorcida con buzamiento septentrional por el N. y meridional por el S. é inclinaciones variables, extendida á los registros *Peral* y *Josefina*, y más á P. entre Renedo y El Otero. Por el extremo NE. de *La Peral*, acompañada de otras dos, asoma esta capa entre la valleja del Cotorro á 1 km. O. 15° N,

de Valderrueda, y las tres distan sólo 40 m. con 80° inclinación S.

Entre 150 y 300 m. al S. de El Otero se cuentan cinco capas: dos muy inmediatas al pueblo bajo gruesos bancos de gonfolita brechoide inclinadas de 30 á 50° al N.NE.; 100 m. más al S., en el sitio denominado La Marionda, aflora la 3.ª, con buzamiento opuesto é irregulares intercalaciones de pizarra, y en Los Corejales y Majada la Loma están las otras dos, con 70 cm., que comienzan al pie de Peña Corada hacia La Mata, y cruzan á la mina *Josefina*.

A poco más de 1 km. al E. de Villa del Monte, en la valleja de los Veneros, asoma, entre otras, una de 80 cm. alineada al O. 15° N., bastante dislocada por fallas y pliegues, casi horizontal en unos sitios, fuertemente inclinada en otros, y todas cruzan el valle de Tarauilla, entre Muñeca y La Red, donde existen 10 afloramientos, tres superiores á 1 m. de espesor, pero de carbón excesivamente seco y deleznable. Por esa parte sus direcciones oscilan entre E. á O. y el O. 25° N., en general suavemente plegadas, á lo que se debe la mayor anchura de la cuenca en esta 1.ª sección; avanzan sobre la derecha del Cea hasta la elevada loma de Valdecastillo, por cuyas vertientes del N. y del S. abundan los afloramientos en el término de Morgovejo. Siguiendo el áspero barranco de Valdencina, cerca del camino que une este pueblo con Villa del Monte, afloran varios lechos delgados entre las pizarras endurecidas; con 60° de inclinación al O. asoma otro más importante en la loma de Valdecastillo, y entre ésta y las Conjas, al N.NO. de Morgovejo, en menos de 100 metros de distancia, existen otros ocho, uno de 2 m., otros tres comprendidos entre 50 y 80 cm., todos desgarrados con fuertes inclinaciones al SO. ó al NE.

A 200 metros sobre la derecha del Cea la mina *Intriga* ha reconocido recientemente diferentes capas que cruzan la parte septentrional de la *Santo Domingo*. La situada más al S. se siguió con una galería de 35 metros; pero á los 20 estrechó de 0,70 hasta reducirse á la guía; á 12 metros más al N. de ella asoma la segunda con 0,20 á 0,40, y á 50 m. más adelante yace la tercera que en la parte superior mide 1,20 de grueso, pero que poco más abajo se reduce á

medio metro. A causa de las grandes dislocaciones transversales que se observan por ambos lados del río, estas capas se levantan desgarradas casi verticales ó con fuertes inclinaciones al N. En la misma *Intriga*, á 40 m. más al N., una transversal de 85 m. cortó otras tres capas de espesores comprendidos entre 0,60 y 1 m., y continuando la marcha hacia el registro *España* afloran otras dos: la primera subdividida en vetillas inaprovechables, y la otra con 0,70 de grueso.

Los 2800 m. que hay por las márgenes del Cea desde Puente Almuney hasta Soto, miden un salto general de la cuenca á lo largo de ese río, ajustado á dislocación de tal entidad, y la faja más meridional de capas de carbón inmediata á Prado y Cerezal, reaparece en los vallejos de Rabanal y Valdeoncil junto á Soto, donde fueron también importantes los trabajos que se abrieron. Allí las capas se retuercen en todos sentidos con la inclinación media de 50° al E.NE., sumándose más de 12, una de 2 m. de espesor, otras tres de 1 m., prolongadas más al E. en dirección á la Majada de los Bueyes, al S. del Hito de Villacorta, por ambos lados del camino de Valderrueda á Guardo, no sin plegarse repetidas veces.

A 500 m. al E. de Villacorta, en el Vallejo del Hoyo de los Campos, junto á los conglomerados, una capa de 1 m. y otras dos más delgadas, se arrumban anormalmente de N. á S., con cambios de inclinación y buzamiento hasta alinearse de E. á O. con 45° de inclinación septentrional al SE. del último pueblo. Al E. y NE. de Valderrueda afloran una en la fuente de Quincinas, otra en los Prados de la Atalaya, otras dos en los de Bustiaboda y Tremazal y en la unión de los vallejos de Llamalmonte y Vocenislo, bajo gruesos bancos de gonfolita, otras dos suavemente inclinadas al N. Estas últimas, con otras cuatro más delgadas, asoman junto al Cea por encima de La Sota, con multiplicadas dislocaciones estratigráficas.

Los trabajos de investigación que actualmente se verifican en la mina *Recuperada*, al E. de Valderrueda, van poniendo de manifiesto los caracteres de esas mismas capas. En la galería del vallejo Revillar se ha seguido en más de 70 m. una con el espesor constante de 0,65 á 0,70 inclinada entre pizarras de 50 á 60° O. 8° S., cuyo car-

bón de brillo acerado sólo tiene 8 por 100 de materias volátiles. Más al SE., en el vallejo de los Regueros, se reconocen otras dos muy tendidas al NE., con espesores variables entre 0,20 y 0,70 y carbón también seco y brillante. Por la parte septentrional se han investigado otras capas delgadas, de hulla antracitosa, muy tendidas al NE.

Las que entre el Esla y el Cea cruzan desde la Red y Muñeca al NE. de Villa del Monte, se extienden sobre la izquierda del segundo río en los términos de Morgovejo y Caminayo. En el Peralón, á corta distancia al SE. de Morgovejo, asoman dos de alguna importancia; á 2 km. al E.NE. del mismo, en el sitio nombrado Los Hornos, hay otra que en sitios mide 2 m., prolongada más al E. á los parajes Cambrión y la Majada de la Madre; y en la Eria, cerca de los confines con Palencia, donde comienza el vallejo de Valdeloyo, asoma otra 400 m. más alta que el pueblo. Las del límite septentrional de la cuenca se descubren en Riuabayos, á 2 km. al O. de Caminayo y otros 2 E.NE. de Morgovejo, en las altas cumbres de Matallana y Los Castrejones, y, por fin, á 2 km. E. de Caminayo, en el Busto de la Peña Blanca, donde se retuercen al E. 25° N. con 60° de inclinación septentrional.

Las especies fósiles registradas en esta cuenca son: **Calamites Cistii* y *cannæformis*, *Sphenophyllum erosum*, **Pecopteris arborescens* y *Miltoni*, **Alethopteris Serlii*, *Neuropteris heterophylla*, *Annularia sphenophylloides* y **Stigmaria ficoides*, que hacen fijar la edad de aquélla entre la parte más alta del hullero medio el comienzo del superior.

Calidad y cantidad de los carbones.—Entre el Esla y el Cea, por regla general son semigrasos los carbones de la zona meridional, y excesivamente secos los de la septentrional; pero al E. del Cea, rara es la capa cuyos menudos pueden coquizar. No es la proximidad de las rocas hipogénicas la causa de tanta sequedad, pues únicamente se observan dos diques insignificantes entre las calizas de Peña Blanca al E. de Caminayo, sino que aquélla se deriva de los múltiples movimientos que sufrieron los estratos hasta el punto de invertirse completamente al propio tiempo que se desgarraron, se retorcieron y

saltaron en todos sentidos, haciendo resbalar unos sobre otros y produciendo los lisos que tanto abundan en el carbón.

Según ensayos practicados en diversas épocas, la composición de estos carbones es la que á continuación se expresa:

CAPA	Carbono puro.	Materias volátiles.	Cenizas.	Cok.
Trinchera del ferrocarril.......	92,40	7,90	3,80	»
Galería Constante.............	82,00	18,00	8,23	83,48
Iglesia......................	90,72	9,28	0,84	»
Valleja del Rey...............	77,58	22,42	7,66	78,78
Primera capa..................	73,35	26,65	8,93	74,70
Gaseosa......................	76,63	23,37	5,37	77,25
Pozo Liebre..................	74,74	25,26	6,14	76,09
Carvajal.....................	78,20	21,80	6,38	79,43
Santa Bárbara................	72,40	27,60	15,31	74,75
Salada.......................	65,25	37,75	4,55	73,55
Pozo del Agua................	74,00	26,00	10,55	76,45
De la transversal............	77,73	22,27	27,39	80,42
Recuperada...................	80,00	11,30	14,30	»
Muñecas......................	76,00	13,00	13,00	»

El primer carbón es de Valdespina; el segundo, de Soto; el tercero, de Taranilla; los cinco siguientes, del Cerezal; los cuatro que siguen, de Robledo, y el penúltimo, de Valderrueda. Todos son densos, pues sus pesos específicos varían de 1,29 á 1,34; casi todos producen más de 7000 calorías, y los antracitosos son, como es la regla, de llama corta de poca duración.

Respecto á la cantidad de carbón de todas clases que esta cuenca contiene, evaluamos hace algún tiempo [1] una cantidad de 43.521562 toneladas métricas, suponiendo que se alcanzase una profundidad media de 300 m. en las dos primeras secciones (León), de 250 en la 3.ª y de 150 á 200 en la 4.ª (Palencia); pero tal vez dicha cifra es algo exagerada, pues las interrupciones de las capas y sus zonas inaprovechables son mayores de lo que pudiera creerse por el examen superficial del terreno.

(1) Bol. Mapa geol., tomo XVIII, pág. 195.

Si se comparan los caracteres de esta cuenca con los de Sabero, se observan notables diferencias. Estratigráficamente, los bancos se tienden en Valderrueda con mucha mayor anchura, lo que hace que sean grandes las secciones donde inclinan con menos de 45°, al paso que en Sabero se acercan generalmente á la vertical en la latitud reducida en que se encerraron entre el devoniano. Los grandes espesores observados en el centro de esta última no se ven por parte alguna en la de Valderrueda, y mucho menos en su parte media hacia las márgenes del Cea, donde muchas capas se adelgazan hasta reducirse á una simple guía, ó aparecen destrozadas por fallas parciales, aparte del enorme salto hacia NE., de 3 km. de amplitud, que se nota en el fondo del valle. Por fin, en Sabero casi todas las hullas producen excelente cok, mientras que en Valderrueda en gran mayoría son secas ó difícilmente coquizables.

Palencia.

CUENCA DE VALDERRUEDA Y GUARDO (continuación).—Expresados los linderos y caracteres generales de esta cuenca en las páginas anteriores, resta decir de ella algunos detalles de su parte oriental, enclavada en la provincia de Palencia.

En la sección comprendida entre la divisoria con León y el Carrión, junto á la Cruz del Jabalí, asoma la faja meridional con ocho capas de hulla, repetidas veces contorneadas, por el remate septentrional del llano de Cansoles, las tres primeras con 0,30 á 0,35, á las que siguen otras dos de igual espesor en la Barga del Raposo, ó sea el comienzo de Cansol Menor. Siguiendo este último en sentido ascendente, se distinguen, entre otras varias, una de 0,50 junto al Prado Alegría, con varias inflexiones en todos sentidos, buzando al E. 30° N. por término medio, y otra que pasa de un metro é inclina sólo 20° N. 20 E., diferencias de alineación que manifiestan los excesivos

desarreglos estratigráficos del sistema. Subiendo por la Barga Alta al Sextil de Valdecorcos, reaparecen más al N., con repetidas dislocaciones, las mismas que cruzan entre Villacorta y Valderrueda, también muy contorneadas y revueltas. Entre dicho Sextil y Prado Llano hay otros dos afloramientos de escasa importancia, procedentes de Monte Llampaces y Cotado, del término de Valderrueda. Continúa el grupo meridional más al E. dentro de la mina *Trueno,* al N. del Cristo del Amparo, en dirección al vallejo de Matalacasilla, donde varias se ensanchan en bolsadas de 50, 60 y hasta 80 cm. de grueso, habiendo otra en Prado Cimero subdividida en vetillas por lechos de cayuela en un ancho de 2m,50. Cerca del Cristo del Amparo los estratos se retuercen muy inclinados al NO.; 500 m. más al E. se normalizan con la dirección O. 20° N., conservando el buzamiento septentrional, y aproximándose más á Guardo, se tienden hasta no inclinar más de 30°, volviendo á levantarse con mayor pendiente en la conclusión del mismo vallejo. Más al N., varias son las capas que se descubren á derecha é izquierda del valle de Valdecorcos, y entre todas es notable la situada á 250 m. al SE. del Sextil, que pasa de 4 m. en algunos anchurones ó bolsadas, y el mismo haz de aquéllas desciende á la derecha del Carrión, junto á la cerca de Santa Colomba, con 50 á 70° inclinación N.

La faja más septentrional se muestra al NO. de Velilla con diversas alineaciones y multiplicados desarreglos, pues en el valle de Pereda tuercen al E. 35° N. con buzamiento septentrional, y en el Hoyo de Órniga, cerca de las calizas devonianas, ofrecen distintas inclinaciones al SO. Algunas hay, como la del Cargadero de Valdelaya, que en ciertos trayectos pasan de 2 m. de espesor; pero el carbón de todas es demasiado seco, antracitoso y deleznable.

A causa de las enormes dislocaciones de la cordillera, señaladas con pronunciados relieves á lo largo del Carrión entre el Pico Espigüete y la villa de Guardo, repentinamente estrecha la cuenca desde la izquierda del río, y se reduce á una estrecha lengüeta en el tercio oriental de su longitud. Al propio tiempo se observa entre Guardo y Santibáñez una inversión estratigráfica, en virtud de la cual, según

acertadamente hizo notar el Sr. Oriol (1), las calizas devonianas 1, se vuelcan sobre las capas hulleras 2, (fig. 21), apoyadas sobre los caolines y calizas sabulosas cretáceas, 3, bajo las cuales se introducen las masas de conglomerados y aglomerados cuarzosos con tierras rojas cuaternarias, 4. De esta inversión estratigráfica se deduce que las capas de hulla inferiores son las más modernas, y que á cierta profundidad debe tropezarse con cambios bruscos en ellas, ó cortaduras que las desgajen del cretáceo, el cual queda probablemente encajado entre las dos fallas F.

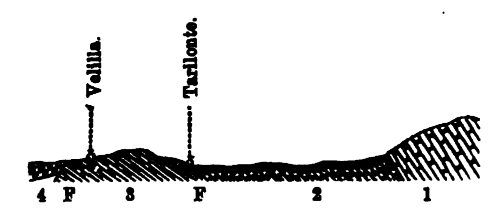


Fig. 21.—Corte por la cuenca de Guardo, según el Sr. Oriol.

Siguiendo la izquierda del Carrión, entre Guardo y Velilla, se observa que las capas se extienden á 18° de inclinación, y á trechos se desvian al N. 24° O.; pero los asomos de carbón no parecen de tanta importancia como en el inmediato vallejo de Valdecastro, donde se cuentan hasta 40, la mayor parte con espesores inferiores á 0,50. Muy próximas á las arenas feldespáticas cretáceas, junto á las casas de la villa, afloran cuatro de mediano interés con diversas inflexiones en dirección é inclinación; á 200 m. más adelante, subiendo dicho vallejo, por encima de la fuente, inclina otra de carbón muy limpio, con repetidos ensanches y estrecheces, comprendidos entre 0,10 á 0,80 cm. Desciende á Valdecastro por la cañada del Prado otra que en sitios pasa de un metro; muy próximos hay otros cuatro muy tendidos, y 30 m. más al N. presenta espesores que varían de 0,60 á 0,80 la principal de la valleja Grande, dividida en dos lechos por

(1) *Descrip. geológico-industrial de la cuenca hullera del río Carrión*. Boletín Mapa geol.; tomo III, pág. 146.

una veta de pizarrilla blanda, con inclinaciones comprendidas entre 50 y 70° N. 27° E. Sigue á ella otra de escaso interés retorcida con cambio de buzamiento; en los 100 m. siguientes reaparecen las anteriores inclinadas al S. SE., hasta que, pasada la valleja del Hoyuelo, se restablece el buzamiento septentrional con otra serie de capas (segunda repetición de las primeras), una inclinada 40° con 0,50 á 60 cm. de espesor; la segunda algo más delgada, inclinada 70°, y la tercera, que cruza la Solana de Prado Mañero, alineada al O. 10° N. A esta serie sucede una zona de 800 m. bastante pobre, cuyos bancos, desgarrados y casi verticales en la Fuente de la Salud, se tienden de nuevo, asomando lechos de escaso interés. Por fin, 200 m. más al N., tocando al devoniano del Campo Cantecín, aparecen las prolongaciones de las capas antracitosas de la Friera: una de más de un metro de espesor, fraccionada por cuñas de pizarra; otra reducida á 0,25; la tercera que llega á 0,60; la cuarta y última un poco menor, todas retorcidas con buzamiento septentrional, ya de E. á O., ya del E.NE. al O.SO., y hasta de N. á S. en algunos puntos.

A 1500 m. de Guardo desemboca el vallejo de Valdelera, donde volvemos á encontrar las capas de Valdecastro en orden parecido. Siguiendo la marcha ascendente, inmediata á su remate y casi tocando las arenas cretáceas, aflora la primera, dividida en dos lechos de á 0,15; 40 más al N., una red de tres abarca 1^{m},20 de ancho y se ramifica en lechos irregulares; 50 más adelante otro haz de tres abre en abanico con 0,65; 35 más allá inclina menos que los anteriores otro lecho, cuyo carbón está muy mezclado de pizarrilla, y le siguen en corto espacio otros dos haces insignificantes inclinados 85° N. Cien metros más adelante los estratos se tienden con variable buzamiento meridional, restableciéndose el opuesto al cabo de otros 200, descubriéndose en el cerro llamado Matasmontes una capa de 0,85 de carbón compacto y puro, inclinada 75°. Poco más al N., en el barranco de La Canalita, se observan otras dos importantes, á las que sigue en La Pradilla otra de un metro, en cuyos hastiales se marcan los dos buzamientos opuestos. A 30 m. al N. del límite de la *Trueno* cruza en la *Ocasión* otra dividida en dos lechos, retorcida con varia-

bles inclinaciones al N.NE. Sigue otra muy irregular, con espesores que varían de 0,25 á 1,20, y afloran las cuatro últimas de la cuenca inmediatas á las cuarcitas y calizas del Campo de la Peña.

A mitad de distancia de Guardo á Muñeca, en los prados del Canalón, una de las más potentes de la faja meridional inclina 45° E.NE., con un techo de arenisca y el muro de pizarra.

Mucho más pobre que los anteriores aparece el vallejo de Muñeca, donde es notable por su anchura una faja de pizarrilla negra, con muchas vetillas de carbón y nódulos de pirita. Por la parte alta del vallejo se retuercen varias capas de hulla con inclinación meridional, y entre 80 y 250 m. al N. del pueblo asoman las de la faja del S.

Siguiendo el vallejo de Las Pisas, á 150 m. al N. de Villanueva, se encuentran siete correspondientes á este faja meridional, con espesores variables de 1,10 á 0,80; á 400 más al N. se levanta casi vertical, hasta doblarse con 80° de inclinación S., la séptima; 100 más arriba otro afloramiento, que puede ser de la misma, con buzamiento contrario; á otros 150 asoma con 0,70 la novena del vallejo, en cuya mitad septentrional sólo aparecen dos de escaso interés.

Tanto á lo largo del vallejo de Las Llanas, intermedio á Villanueva y Las Eras, como en el de Las Bargas, más próximo al segundo pueblo, asoman las siete de la zona meridional, y el centro y N. de ambos es muy pobre. Las del vallejo inmediato, el de Monte Rey, buzan al N.NE. en los dos extremos de la cuenca y al S.SO. en el centro, siendo notable la situada á un kilómetro al NO. de Santibáñez, que pasa de un metro en algunos sitios.

A 50 al N. de Santibáñez, en la desembocadura del vallejo de San Román, comienza el hullero con la dirección E. 10° N. é inclinaciones variables entre 45 y 60°. Próximas á las arenas cretáceas hay cuatro capas en el espacio de 12 m., la mayor la cuarta, todas muy mezcladas con cayuela; en los 200 siguientes se cuentan otras cinco que en el centro del vallejo se doblan hasta pasar de la vertical, con buzamiento al S.SE.; junto á San Román de Entrepeñas disminuyen su pendiente en corto espacio, vuelven á levantarse muy inclinadas al S.SO., y después de cuatro afloramientos pequeños, repetición de

los anteriores, toca las calizas una de las más gruesas, pero de carbón emborrascado.

Rápidamente decrece la importancia de la cuenca en los 22 km. de su remate oriental, cada vez más estrecho, pues las capas se van extinguiendo una tras otra, aparte de que, disminuyendo el número de pliegues, se reducen sus afloramientos. Todavía en el vallejo de Valcárcel, intermedio entre Santibáñez y Aviñante, se notan tres cambios de buzamiento con la dirección E. 6° N., y más se observan entre Aviñante y Villafría, á 300 m., al NO. de cuyo pueblo se alinean al O. 12° N. dos capas inmediatas á la caliza, pasadas la zona central con seis afloramientos y la septentrional con otros tantos.

En la desembocadura del vallejo de Olleros, que sigue al anterior, se arrumban al O. 3° N. con inclinación septentrional; y continuando más al N., á 1300 m. al O. 26° N. de Villaverde, á dos importantes separa una faja de pizarras de 10 de ancho. Se extienden por el centro de la *Positiva*, al N. de cuya mina, en la parte alta del arroyo de Las Huelgas, se desgarran con buzamientos comprendidos entre N. y E., otras diez inmediatas á las calizas de Peña Redonda, una de las cuales alcanzó hasta 2 m. de espesor á 28 al N. del registro *Dos Hermanas*. A poca distancia al S. del punto de partida de ésta hay otras tres, prolongadas con análogos caracteres á través del vallejo de La Requejada, que desciende á 250 al E. de Villaverde, llegando el hullero con cuatro afloramientos hasta las casas del pueblo. Por el barranco del Hornillo y el inmediato vallejo de Los Colmenares, las mismas capas conservan su buzamiento septentrional.

La transversal abierta hace unos años en la mina *Dos Hermanas* cortó las capas mencionadas con los espesores y á las distancias que á continuación se indican: á los 10 m., un lecho de 0,20; á los 12, otro de 0,35; á los 25, una de 0,60; á los 32, otra de 2 m., y muy cerca de ésta, otra de igual grueso, inclinadas todas 40° N.NE. Otra transversal en el barranco de Las Regueras cortó la quinta á 50 de la cuarta, quedando ésta y las tres primeras fuera de la galería.

A 1200 m. al E. de Velilla, en la parte inferior del vallejo de Valurcia, se encuentran dos lechos de carbón junto al cretáceo, á los que

siguen las dos capas más gruesas de los vallejos anteriores. En el siguiente, que es el de Valdeherreros, á 300 m. E.NE. de Villanueva de la Peña, se acodan tres al N. 15° O. con 70° inclinación occidental, retorciéndose al E. 15° N. con 65° inclinación septentrional, junto al camino de Traspeña. Más al N. afloran otras cuatro al pie de Peña Redonda, entre areniscas y pizarras revueltas al N. 24° O., restableciéndose más á L. la alineación general en el barranco de Las Cárcabas, inmediato á Traspeña. Por esa parte, los detritus de la montaña, con sus cantos de caliza imperfectamente unidos por tierras arcillosas, ocultan al hullero, que sólo se descubre en los barrancos.

A 1 km. al E. 30° S. de Traspeña, inclina suavemente al N.NE. una capa, y 50 m. más al N. arrugadas se ven otras dos con tales inflexiones, que en sitios se alínean verticales al N.NE., prolongándose á 250 m. al E. 16° S. de Cubillo.

En Valdealmanza, al pie de Monte Alto, entre La Peña de Cantoral y el pico Almonga, aparecen varias á 1 $^1/_2$ km. al N. 20° O. de Debesa, en la desembocadura del valle de Tosande, inclinadas fuertemente al S. en la parte del N., y al N. en la del Mediodía, denotando un sinclinal. Es notable entre ellas una que pasa de un metro; y por último, entre el final de Valdealmanza y la carretera de Cervera, á 2 km. al S.SO. de esta villa, en el cerro redondo nombrado Montellano, bajo extensos y gruesos bancos de aglomerados diluviales, aparece enterrada entre labores antiguas una capa de exiguo espesor, alineada al NE., remate oriental muy reducido del haz meridional de la cuenca. Terminan las areniscas y pizarras de ésta junto á Cervera, desgarradas de mil modos, entre las cuarcitas y calizas devonianas por el N. y el cretáceo por E. y S.

Escasean los restos vegetales en esta cuenca; pero se registran de Guardo y de Velilla las siguientes especies: *Sphenophyllum emarginatum*, *Lepidophyllum triangulare*, *Alethopteris Serli*, *Neuropteris obliqua*, *Sphenopteris obtusiloba*, *Pecopteris arborescens* y *Stigmaria ficoides*, la mayor parte del hullero medio y base del superior.

Casi todas las hullas de esta mitad oriental de la cuenca son secos

antracitosos, generalmente duros, que arden sin llama ó con llama muy corta, sin olor bituminoso y no producen cok. Según ensayos debidos al Sr. Ledoux [1], su composición oscila entre los límites que á continuación se expresan, en cien partes:

PROCEDENCIA	Carbones.	Cenizas.	Materias volátiles.
Villanueva de la Peña...	88 á 89	2,30	9 á 10
Santibáñez de la Peña...	69,90	15,40	14,70
Tarilonte...............	85,50	4,80	9,70
Valdecastro (Guardo)....	76,80 á 89	1,80 á 9,50	8,70 á 15,30
Valdecorcos (idem)......	26,60 á 75,60	3,20 á 24,70	13,30 á 52,70
Laviada.................	54,60	10,40	35
Matalacasilla (Guardo)...	46,10 á 85,90	1,80 á 27	12,30 á 34,30
Alto del Rioyo..........	44,20 á 60	2,10 á 12,70	24,80 á 49,30
Traspeña...............	87,90	3,64	8,10

El grupo semigraso de Cansol Menor varía, según las capas, de 54 á 79,50 de carbono, 4,20 á 27 de cenizas y 15,30 á 28 de materias volátiles, y producen hasta 81 por 100 de cok.

CARACTERES DEL SISTEMA EN LA ZONA SEPTENTRIONAL DE LA PROVINCIA.—Mucho hubiera adelantado el conocimiento de las montañas de Palencia si al mapa geológico que de ellas publicó Prado acompañase alguna explicación ó nota; pero el laborioso geólogo dejó á un lado sus apuntes, que algunos tendría, para completarlos en mejor ocasión. A pesar de tal deficiencia, alguna luz arrojan los *Varios itinerarios geológico-mineros por la parte Norte de la provincia de Palencia* [2], que debemos al Sr. Oriol y que sucintamente voy á trasladar.

En las fuentes de Ruesga y en el llanito de la Cuesta aflora la caliza de montaña con formas aborregadas, en las cuales es difícil descifrar las caras de junta de los estratos. Más al NO. se ofrece en lechos de poco espesor, claramente inclinados al N., y allí es de color

(1) Oriol, *Descripción geológico-industrial de la cuenca hullera del río Carrión*. BOL. Mapa geol., tomo III, pág. 161.

(2) BOL. Mapa geol., tomo III.

negruzco; pero entre Ventanilla y Ruesga aparecen unas capas de color de carne, que muy bien podían representar el mármol amigdaloideo, y de que también se ven algunos asomos inmediatos á Cervera. La Peña de Santibáñez, que se alza entre Ventanilla y Santibáñez de Resoba, es otro saliente pronunciado de caliza de montaña; y entre fajas de la misma roca encaja otra hullera formada de pizarras arcillosas, inclinadas al N. desde Ventanilla á San Martín de los Herreros, prolongándose después muy trastornadas entre el segundo pueblo y Rabanal de las Llantas, donde las corona un conglomerado silíceo de cemento calizo-arcilloso. En la barga y los barrancos inmediatos al último pueblo citado se observan tránsitos entre ambas rocas, pues en algunas pizarras inferiores abundan los cantos rodados, así como se intercalan entre las pudingas lechos irregulares é interrumpidos de areniscas y pizarras. Sobre el conglomerado yacen otras pizarras, cubiertas á su vez por conglomerado de mucho menor espesor y cantos más voluminosos, todo lo cual denota que en estos límites septentrionales del hullero, tocando á la caliza, la sedimentación fué extraordinariamente tumultuosa.

A igual período atribuye, aunque con duda, el Sr. Oriol la inmensa faja de conglomerado silíceo que constituye la enorme Peña de Curavacas (2051 m.), junto á Vidrieros, cuyos bancos, apoyados sobre la caliza al S. del puente del Tebro, inclinan 30° N.NE., se prolongan al SE. hasta cerca de Resoba y al NE. por cerca de la Colegiata de Levanza, de donde continúan por el NO., internándose en Asturias.

En las inmediaciones del Triollo existen otras capas de conglomerado silíceo de cimento silíceo, apoyadas en unos puntos sobre la caliza de montaña y en otros sobre pizarras arcillosas.

Al E. de Curavacas, en el puente del Tebro, yace el conglomerado sobre la caliza, que en la falda meridional del alto, descarnado y frío Pico Espigüete (2453 m.), se apoya sobre la cuarcita ó arenisca cuarzosa devoniana, siendo un hecho frecuente que en la línea de contacto de ambos sistemas se intercalen brechas compuestas de las dos rocas, unidas por un cimento arcilloso, como se ve en Velilla de

Guardo y en la confluencia de los ríos Cardaño y Carrión entre Alba y Campo Redondo.

Entre Arbejal y Gramedo, al N. de Cervera de Río Pisuerga, las rocas hulleras están sumamente desgarradas, y en sitios hasta trituradas por la acción de las rocas hipogénicas que en varios sentidos las atravesaron, hasta cerca de Vañes, entre Peñas Negras y el cerro de San Cristóbal, donde las pizarras y las areniscas buzan con más regularidad al E.NE., intercalándose algunas capas de hulla seca.

Junto al puente del río San Felices, por ambos lados de la carretera de Cervera á la Liébana, asoma la caliza de montaña que separa la cuenca de Vergaño de la de San Felices, cuyas capas hulleras se hallan también muy metamorfoseadas por las rocas anfibólicas, más al N. de las cuales reaparece el hullero con algunas capas de combustible rodeado por los picos de caliza de Peña Verdeña y Peña Tremaya. Desde éstas sigue el sistema por Redondo hasta la sierra de Pando, donde la caliza interrumpe la continuidad de las pizarras hulleras, cubiertas más al E. por las pudingas y areniscas triásicas que coronan las cumbres desde Peña Labra hasta Saldelafuente y Peña Rubia, donde forman las erizadas crestas de la sierra de Brañosera.

Según ejemplares recogidos por Prado en la caliza carbonífera de Vergaño, Vidrieros, Valdebreto, San Cebrián de Mudá, San Felices, Celada, Levanza y otros términos, existen en las montañas de Palencia las siguientes especies fósiles que se registraron en nuestro Catálogo general: *Productus striatus*, Fisch. sp.; *P. Cora*, Orb.; *P. semireticulatus*, Mart. sp.; *P. costatus*, Defr.; *P. sinnuatus*, Kon.; *P. carbonarius*, Kon.; *P. nudatus*, Defr.; *P. proboscidens*, Vern.; *P. ermineus*, Kon.; *P. aculeatus*, Mart.; *P. pustulosus*, Phill.; *P. scabriculus*, Mart. sp.; *P. fimbriatus*, Sow.; *P. punctatus*, Mart. sp.; *Chonetes Hardrensis*, Phill.; *Streptorhynchus arachnoidea*, Phill.; *Spirifer glaber*, Mart.; *S. striatus*, Mart.; *S. Mosquensis*, Fischer sp.; *S. crassus*, Rou.; *S. convolutus*, Phill.; *S. planatur*, Phill.; *S. bisulcatus*, Sow.; *S. pinguis*, Sow.; *S. lineatus*, Mart.; *Rhynchonella acuminata*, Mart. sp.; *R. pleurodon*, Phill. sp.; *R. flexistria*, Phill. sp.; *R. angu-*

lata, Lin. sp.; *Camarophoria crumena*, Mart. sp.; *Posidoniella vetusta*, Sow.; *Myalina virgula*, Kon.; *Conocardium alæforme*, Sow.; *C. Cortazari*, Mall.; *Astarte subovalis*, Mall.; *Naticopsis Ciana*, Vern. sp.; *N. globosa*, Hoen.; *N. planispira*, Phill., sp.; *Loxonema rugifera*, Phill.; *L. scalaroidea*, Phill. sp.; *Macrochilina ventricosa*, Kon.; *Echizostoma catillus*, Mar. sp.; *Pleurotomaria Ivani*, Lev.; *P. Vidali*, Mall.; *Orthonema Delgadoi*, Barr.; *O. angulata*, Phill. sp.; *Platyceras vetustus*, Sow.; *Dentalium ornatum*, Kon.; *Bellerophon hiulcus*, Mart.; *B. decussatus*, Flem.; *B. Urii*, Flem.; *B. navicula*, Sow.; *Orthoceras cinctus*, Sow.; *O. dactyliophorum*, Kon., y *Phillipsia globiceps*, Phill. Esta larga é incompleta lista denota que las montañas de Palencia son de las de mayor interés paleontológico, siendo notables, entre otras circunstancias, el buen número y la perfecta conservación de las especies de *Productus* y *Spirifer*.

Cuencas del Pisuerga.—Dos son las cuencas hulleras que hay en la hidrográfica del Pisuerga: la de San Cebrián de Mudá y de la Pernía.

Cuenca de San Cebrián.—Al NO. de San Cebrián cruzan tres bancos de caliza, inclinados 45° NE., sobre los cuales yacen tres capas de hulla de 0,60, de 0,70 y de 2 m. de espesor, á las que se agrega otra explotable. Una falla que se observa en la caliza de Fuente Román, al N. de la mina *Regalada*, produjo un salto de 70 m., y al E. de la misma es donde mejor se observan los afloramientos de combustible.

En la mina *Florentina*, la más rica de la cuenca, sita en el extremo oriental, sobresale casi vertical un banco de pudinga arrumbado al NE., y al S. del cual se abrió en 1864 un socavón que á los 28 m. cortó una capa de hulla de 0,50, que fué ensanchando hacia el E. hasta alcanzar un metro. A 34 m. de ella se cortó la segunda, y á 6 más al NO. la tercera, ambas de 0,45, y todas se contornean más al SE. al pie de los cerros calizos de Coriza y Peña Castrillo.

Opina el Sr. Oriol (1) que las capas de esta cuenca corresponden

(1) *Las cuencas hulleras castellanas. Rev. Min.*, C, tomo XII, pág. 177.

al subtramo antracífero del hullero inferior; y cree probable haya una inversión hacia su extremo meridional, pues las que yacen inferiores á la pudinga en la mina *Florentina* deben considerarse como superiores, y acaso resulten ser la continuación del grupo inferior de Barruelo, si tal pudinga corresponde á la señalada en esta cuenca entre las capas segunda y tercera. En tal caso existirían en la de San Cebrián dos grupos: el meridional, perteneciente al subtramo antracífero del hullero inferior, y el septentrional, correspondiente al subtramo inferior del hullero medio, faltando, por consiguiente, el subtramo intermedio, ó sea el *Millstone grit*.

«La cantidad total de combustible, agrega dicho ingeniero, no es exagerada en la cuenca de San Cebrián, tanto por su pequeño número de capas explotables, cuanto por la imposiblidad de contar en ellas con grandes profundidades para la explotación, á menos que se confirmase la inversión indicada como probable, pues entonces pudiera descubrirse combustible donde hoy no se sospecha su existencia.»

Ensayadas diversas muestras, resulta la composición media siguiente para cada una de sus cuatro capas:

CAPAS	Carbono.	Materias volátiles.	Cenizas.	Cok.	Calorías.
1.ª	73,18	26,81	12,30	75,15	7.172
2.ª	73,71	26,29	11,26	76,66	7.330
3.ª	77,54	24,45	15,10	79,22	7.459
4.ª	76,05	23,95	14,40	79,50	7.052

Estas hullas son semigrasas, excelentes para cok y buenas para fraguas.

Cuenca de la Pernía.—La formación hullera del Pisuerga se extiende al NO. de San Cebrián hasta los confines de Santander, donde la limitan la divisoria cantábrica por el N., la sierra de Redondo por el E., el río Pisuerga al S. y los montes de Polentinos y Levanza por el O.; pero en toda esta zona, que mide unos 200 km. cuadrados, se

incluyen algunas manchitas triásicas, cretáceas é hipogénicas. La sierra de Vergaño la separa por el SE. de la cuenca de San Cehrián, rodeándola por todas partes la caliza de montaña, excepto una faja triásica que la limita por el E.

Las capas carboníferas de la Pernía se alínean al N.NO., sobre todo en los grupos de Redondo y San Salvador de Cantamuga, pues hacia Verdeña y San Felices las rocas eruptivas retorcieron los estratos. En Redondo de Arriba se reconoció una antracitosa de 0,65 á 0,80, dividida en dos lechos, buzando 60° N.NE.; y á 1800 m. al NO. de ese pueblo con 1380 de altitud, se descubrieron otras dos, una de las cuales debe ser prolongación de la anterior.

Más al O., en el verdadero valle del Pisuerga, existen dos tramos distintos: uno inferior, que atraviesa el arroyo de Areños, cerca de la venta de Orbaneja, y otro superior, inmediato á Lores. El primero tiene un ancho de 250 m., y está formado por bancos alternantes de pizarras y areniscas con cinco capas de hulla antracitosa de 1 á 3 m. de grueso, intercaladas en las areniscas que terminan el grupo con un espesor de 30 m. El segundo, separado del anterior por una faja estéril de 350 m. de pizarras, cruza el arroyo de Lores; sigue por Casavegas, cerca de San Salvador de Cantamuga, á lo largo del Pisuerga, incluyéndose en él varias capas de hulla seca, si bien se afirma que es graso el carbón del banco, que pasa vertical entre otros dos de arenisca, al N. de Venta de San Bartolomé y orillas del Pisuerga.

Mayor interés ofrecen las capas grasas, propias para cok, de San Felices, arqueadas en semicírculo en el arroyo de Castillería, y después de dirigirse al S.SE., vuelven al E., y por fin al NE., rodeando los picos calizos que asoman en la orilla izquierda, plegadas en un sinclinal que buza al N. La inclinación de las capas de San Felices, menor que en el resto de esta cuenca, no pasa de 20°, y se han reconocido tres: una superior de 2 m. de carbón muy puro; otra intermedia, más delgada y pizarrosa, y otra inferior á 40 m. de las anteriores.

La formación hullera se prolonga por NO. hacia Verdeña bastante regular, aunque su carbón es más antracitoso.

Probablemente las capas de San Felices corresponden á las de San Cebrián, y las de Redondo, Areños y San Salvador de Cantamuga pertenecen al subtramo antracífero del hullero inferior, según el señor Oriol [1], que indica del modo siguiente la composición de diversos carbones:

PROCEDENCIA	CAPAS	Carbono fijo.	Materias volátiles.	Cenizas.
Areños	»	79,84	20,49	4,40
Verdeña	Aurreña	58,16	41,84	4,40
Vergaño	Joven Gregorio	77,15	22,85	9,56
San Felices	Mediavilla	74,36	25,64	7,00
	Primera Adela	76,43	23,57	4,53
	Segunda Adela	74,78	25,22	4,84
	Petronila	70,00	30,00	16,04

A la segunda corresponden 5305 calorías solamente, y á la cuarta 7075. La primera, segunda y cuarta no coquizan, y las restantes rinden entre 74 y 79 por 100 de cok.

CUENCA DEL RUBAGÓN Ó DE BARRUELO Y ORBÓ.—Se extiende desde el Alto de Tereua, donde la cubre el trías, por su extremo oriental, hasta el de Campomayor, donde la oculta el mismo sistema en el collado de Orbó, alto del Cueto, los Cintos Colorados y los altos de Cotejón y Brañosera por su límite septentrional. Su longitud es de 10 km., con la anchura media de 1 $^1/_2$, figurando aproximadamente una herradura abierta hacia el NO., y también por el S. la cubre el trías, que á su vez yace bajo las calizas liásicas de Cillamayor y las Lastras, ó sea el páramo de Aguilar de Campóo. Al O. sobresale un asomo de cuarcitas devonianas en los Castrillos del Valle, entre las capas hulleras apoyadas sobre la caliza de montaña, de la cual afloran bancos aislados en Orbó, Parapertú, Mudá, Monasterio y otros puntos.

Constituyen la base de la cuenca unas pudingas del subtramo inferior del hullero medio, señaladas con un anticlinal en el alto de

(1) *Rev. Min.*, C, tomo XII, pág. 179.

Hoyuelo. Las capas de carbón son de una regularidad extraordinaria, pues se las sigue sin interrupción en más de 8 km. con inclinación de 40 á 70° NE., formando dos grupos separados por una zona estéril de 600 m. de ancho. En el grupo inferior, la numeración que se hizo en las minas de Barruelo denota que hay 12 capas; pero como no existe la núm. 1, y las marcadas con los núms. 10 y 11 se reducen á lechos inexplotables, en realidad sólo se cuentan 9 con espesores variables de 0,70 á 2 m. El superior consta de 4, si bien la núm. 13 se reduce á un banco de cayuelas carbonosas. La núm. 2, que no llega al extremo SE. de la cuenca, es muy irregular en Barruelo, siendo contados los sitios en que se explotó, pues constituye una serie de bolsadas de 0,20 á 2,20 de espesor, separadas por largos trechos estériles. El carbón que presenta en la *Petrita inferior* es quebradizo, de brillo resinoso y semigraso; su longitud es de 800 m. y se explota en 348 de altura desde el nivel del *Porvenir*.

Un gran banco de pudinga de 5 á 18 m. de grueso, prolongado desde Dos de Valle hasta el vallejo de Orbó, separa la núm. 2 de la 3, con un grueso variable de 0,60 á 2 m., una intercalación pizarreña en su centro, sólo explotable en sus dos extremos, ó sean en la *Petrita inferior* de Barruelo y *San Ignacio* de Orbó, y de un carbón excelente para fraguas.

A 20 m. de la anterior se cortó la 4.ª con gruesos que oscilan entre 0,80 y 1,60. No se explota en Orbó; pero sí en Barruelo en 450 m. de longitud, desde los cuarteles de la mina *Mercedes* hacia el NO., suministrando un carbón muy duro. Especial para fraguas y preferido á los demás para la fabricación de cok es el de la núm. 5, que dista 30 m. de la anterior, reconocida en 3000 m. de longitud al NO. del río Rubagón, con cuatro trechos estériles que reducen á 2000 la zona explotable en Barruelo, y con una altura de 414 entre el pozo *Bárbara* y el *Dos de Valle*. Aunque su caja es de 2 m., sólo 0,90 son de carbón aprovechable. También se explotó en el grupo *San Ignacio* de Orbó, y en las minas de Valle se reúne á la siguiente, de la que dista 20 m. En sus 90 primeros metros el pozo *Bárbara* cortó esta capa y las tres siguientes.

La núm. 6 es de las más regulares y gruesas de la cuenca, pues generalmente no baja su espesor de 1 m., pasando á veces de 2, aunque en muchos sitios está sustituído por la pizarra carbonosa, y á 2200 m. de la bocamina *Unión* muestra un gran trastorno estratigráfico, pasado el cual llega á cerca de 3 m. con un lecho intercalado de pizarra. Esto hace suponer que desde allí se unen las capas 5.ª y 6.ª, tanto más cuanto la 5.ª no se descubre en 500 m. de longitud después de dicho trastorno. Esta es una de las capas que desprenden más grisú, principalmente al NO. del arroyo Rubagón.

A otros 20 m. al NE. de la 6.ª se halla la 7.ª, con 1,40 de espesor, con carbón duro y buenos hastiales en los niveles *Unión* y *Porvenir*, y al SE. del pozo *Bárbara*, pero con pendiente falsa, carbón quebradizo, impropio para cok, en los niveles *Mercedes* y *Petrita*, por la influencia del trastorno mencionado, que también convierte á estas capas en una de las más abundantes de grisú. A pesar de esto, se explotó en buenas condiciones en los niveles *Unión* y *Porvenir*, y en 400 m. al SE. del pozo *Bárbara*, observándose menor cantidad de grisú al SE. del Rubagón, es decir, hacia Orbó.

De la 7.ª á la 8.ª median 36,50 m. El yacente de la 8.ª está constituído en Orbó por un banco de pizarras con abundancia de crinoides y varias especies de *Productus* y *Spirifer*, al paso que al NO., en la parte de Barruelo, abundan extraordinariamente los fósiles vegetales. Esta capa es la más regular en su marcha, con un espesor constante de 70 á 80 cm. de carbón muy duro, negro, graso y que rinde excelente cok. Hay, sin embargo, algunos trechos estériles; pero continúa á través del trastorno de la capa 6.ª sin la menor alteración, y se explota en toda su longitud de 5000 m. y en todos los niveles.

Varía de 12 á 31 m. la distancia que separa la núm. 8 de la 9.ª; cuya potencia es de 1 á 1,80, sólo explotable al NO. de la *Petrita* en 950 m. de longitud. Las capas 10 y 11, sin importancia alguna, distan de la 9.ª respectivamente 8,50 y 18 m., y á los 58 está la 12, sólo explotable al NO. de la *Petrita*, ofreciendo un carbón quebradizo, piritoso y con poco grisú.

La capa 1.ª del grupo superior varía en su espesor de 1,80 á 1,50; pero su caja se halla generalmente tan descompuesta, que es inexplotable en muchas partes. Su carbón es muy quebradizo, agrisado, semigraso, produce excelente cok, da gran cantidad de gas y encierra en abundancia hierro litoide. En el sitio nombrado El Calero, á 2 km. al NO. del Rubagón, la capa invirtió su inclinación, buzando al SO. en una altura de 80 m.; y en los extremos explotados por las minas *Antoniana* y *Carlota* se observan fallas que obedecen á la regla de Schmidt, siendo el salto en muchos casos igual á la distancia de los 6 á 8 m. que la separa de las dos capas siguientes que, por lo tanto, se ponen en su prolongación. Estas capas 2.ª y 3.ª sólo son explotables en trechos de 30 á 100 m. de longitud, presentando grandes zonas estériles y separadas entre sí por un lecho de pizarra dura cuyo espesor varía de 0,60 á 1,50. En el pendiente de la 3.ª hay una arenisca blanca cuarzosa acompañada de un lecho formado por restos de *Spirifer bisulcatus* y *S. glaber*.

Al N. de la capa 3.ª del grupo superior se descubrió otra no explotada en sitio alguno, pues más bien la forman una mezcla de cayuelas y substancias carbonosas.

Sólo existen dos Sociedades en la cuenca del Rubagón: la Compañía de los ferrocarriles del Norte, dueña de 1655 hectáreas, en Barruelo, y la Esperanza, de Reinosa, que posee unas 500 en Orbó.

En los diferentes niveles de Barruelo, la explotación está hoy concentrada en las capas siguientes: nivel pozo *Bárbara* en las capas 5.ª, 7.ª y 8.ª; nivel *Porvenir* en las 3.ª y 8.ª; nivel *Unión* en la 2.ª; nivel *Mercedes* en las 8.ª y 12; nivel *Petrita inferior* en las 8.ª, 9.ª y 12, cerca de los trastornos estratigráficos, donde empiezan á esterilizarse las capas próximas á las triásicas; niveles *Petrita superior* y *Calcatas* en las 7.ª y 8.ª; nivel *Anita* en la 7.ª, pues la 8.ª y 9.ª se estrellaron en la base del trías, y por la misma razón no hay explotación alguna en el nivel *Alto del Valle*. La cantidad de hulla arrancada es de unas 10000 toneladas mensuales.

La explotación de Orbó está concentrada en dos centros: el *San Ignacio* al SE., servido por el pozo *Rafael* y el canal subterráneo, y

el de *Peragido* al NO., servido por el pozo *Jovita* y una transversal. En *San Ignacio* se explotan las capas 3.ª, 5.ª, 6.ª, 7.ª y 8.ª En Peragido una transversal de 900 m. que parte de la 5.ª, cortó la serie inferior hasta la 9.ª, reconociéndose que la zona estéril de 700 m. separa el grupo inferior del superior y afecta al SE. la forma de cuña. Se arrancan unas 2000 toneladas mensuales en Orbó. En la citada Memoria del Sr. Oriol, titulada *Las cuencas hulleras castellanas*, se incluye el siguiente estado relativo á la composición de los carbones de esta cuenca:

Minas de Barruelo.

NIVEL	CAPAS	Carbono fijo.	Materias volátiles.	Cenizas.	Cok.	Calorías.
Porvenir	2.ª	81,74	18,26	10,75	83,70	7.453
	3.ª	79,72	20,28	6,80	81,40	7.323
	8.ª	81,65	18,35	5,45	82,60	7.578
Pozo Bárbara	5.ª	82,32	17,68	3,85	83,00	7.509
	6.ª	83,26	16,74	4,15	83,96	7.567
	7.ª	82,99	17,01	4,75	83,80	7.495
	8.ª	79,14	20,86	7,25	80,65	7.852
Alto del Valle	8.ª	75,06	24,94	3,55	75,95	7.513
	9.ª	71,39	28,61	6,50	73,25	7.547
	12	74,89	25,11	4,20	75,95	7.556
Antoniana	1.ª superior	74,11	25,89	13,08	77,40	»
	3.ª superior	72,35	27,65	9,93	74,10	»

Minas de Orbó.

GRUPOS	CAPAS	Carbono fijo.	Materias volátiles.	Cenizas.	Cok.	Calorías.
San Ignacio	3.ª	75,51	24,49	2,00	76,00	7.953
	4.ª	68,75	31,25	4,00	70,00	7.525
	5.ª	77,85	22,15	3,85	78,70	7.282
	6.ª	72,17	27,83	3,00	73,00	8.158
	7.ª	79,31	20,69	4,05	80,15	7.426
	8.ª	77,00	24,00	8,70	79,00	7.470
Pozo Jovita	5.ª	66,50	33,50	3,00	67,50	8.060
	7.ª	72,07	27,53	10,50	75,00	8.096
Estrella de Elena	3.ª	80,95	19,05	6,05	82,10	7.359
	8.ª	79,94	20,06	6,55	81,25	7.326
José Manuel, grupo superior	4.ª	75,69	24,31	7,05	77,40	7.449
	3.ª	74,02	25,98	6,25	75,65	7.264

Las hullas de esta cuenca son en general semigrasas, de llama corta; pero á veces una misma capa da carbones de diversos caracteres. Así, por ejemplo, la núm. 5 es de las semigrasas de llama, propias para gas, en el pozo *Jovitas*, es grasa de fragua en *San Ignacio* y *Alto del Valle*, y algo antracitosa en el pozo *Bárbara*.

No escasean los fósiles animales y vegetales en la cuenca de Orbó. El *Calamites Suckowi*, Brong., abunda en los techos de las capas 12 de la 5.ª asociado al *C. Cistii*, Brong.; de la 7.ª con el *Pecopteris arborescens*, Schlot., y de la 3.ª con *Stigmaria ficoides*, Brong.; *Neuropteris gigantea*, Stern., y *N. heterophylla*, Brong. Esta última en la capa *Encimera*, por el collado de Orbó, se mezcla con *Sphenophyllum cuneifolium*, Stern.; *S. saxifragefolium*, Stern.; *Bellerophon sub-Urii*, Mall.; *Astarte subovalis*, Mall., y *Schizodus* indet. En la capa núm. 6 se hallan *Annularia longifolia*, Brong.; *Pecopteris arborescens*, Schlot.; *Aletopteris Grandini*, Brong.; *Lepidophyllum majus*, Brong.; *Lepidodendron Sternbergii*, Brong., y varios *Calamites*. Se encuentran también varias *Sigillarias* (*S. tessellata*, *reniformis* y *ellongata*, Brong., en las capas 7.ª, 9.ª y 12, debiendo corresponder esta última á uno de los niveles más altos del hullero superior, pues de ella procede un *Phynophyllum* parecido al *P. principale*, Goep., que en Alemania se encuentra en contacto con la base del permeano. La capa 8.ª es notable por su contacto con pizarras que encierran tallos de crinoides y el *Productus semireticulatus*, Martin sp.

Además de esas especies, encuentro apuntadas en algunos catálogos inéditos las siguientes: *Annularia sphenophylloides*, Zenk.; *A. stellata*, Schl.; *A. radiata*, Brong.; *Sphenophyllum erosum*, Lind.; *S. oblongifolium*, Germ.; *S. emarginatum*, Brong.; *Calamites approximatus*, Schl.; *C. cannæformis*, Schl.; *Calamocladus equisetiformis*, Schl.; *C. foliosus*, Lind.; *C. grandis*, Stern.; *Sphenopteris obtusiloba*, Brong.; *S. Sternbergi*, Etting.; *Cyclopteris trichomanoides*, Brong.; *Neuropteris flexuosa*, Brong.: *Pecopteris Miltoni*, Artis; *P. pennæformis*, Brong.; *P. dentata*, Brong.; *Alethopteris Serli*, Brong.; *A. aquilina*, Schlot.; *Dictyopteris neuropteroides*, Gutb.; *D. Brongniarti*, Gutb.; *D. Munsteri*, Grand; *Desmopteris elongata*, Presl.; *Lepidophy-*

llum lanceolatum, Lind. et Hut.; *Lepidophloios laricinus*, Stern.; *Lepidodendron dichotonum*, Stern.; *L. lycopodioides*, Stern.; *L. obovatum*, Stern.; *L. ophyurus*, Broug.; *Cordaites vel Pycnophyllum borasifolium*, Stern., y *Dicordaites palmæformis*, Goep. Varias de estas especies se encuentran á la vez en Barruelo y Orbó; algunas también en Revilla, y como se ve, la flora de esta cuenca parece más rica y variada que la de otras cuencas castellanas, existiendo especies de distintos niveles del hullero medio y del superior.

Santander.

Poco se ha detallado hasta la fecha este sistema en la provincia de Santander, entre otras causas, por el mayor predominio de la caliza de montaña y la falta de carbones explotables, pues por esta parte se reduce la hulla á delgados lechos inaprovechables que asoman al NE. de Puente Pomar, en el valle de Polaciones y en la Liébana, por cuyos parajes, así como en el Puerto de Sejos, se desgajan entre pizarras, con enormes peñascos, gruesos cordones de conglomerados cuarzosos, probablemente del hullero inferior.

A causa de los gigantescos trastornos que desgarraron los bancos y de los enérgicos esfuerzos de la denudación provocada con mayor ímpetu en tan altas regiones por el deshielo de grandes masas de nieve, apenas quedan huellas de la estratificación en los Picos de Europa, y únicamente en algunos parajes, como en el Miradoxio y Castillo de Grajal, asoman pequeñas porciones de terreno con algunas caras de junta denotando la casi horizontalidad de las capas que restan enhiestas á modo de columnas, rodeadas de otras porciones desgajadas con enormes cortaduras de cientos de metros.

Llegando á 2678 m. la altitud de los Picos de Europa, y no pasando de 22 km. su distancia al mar en línea recta, los efectos de denudación han motivado que en las vertientes N y NO. de tan altas montañas sólo haya quedado la caliza; mientras que al S. y SO., en las laderas de los valles de Potes, Baró y Espinana, subsisten peque-

ños restos de varios tramos hulleros, viéndose además tres manchitas de pizarras junto á los edificios de la mina *Providencia*, en el lago de Andara y en la entrada de la galería *Nosotros*.

Con mayor desarrollo que el señalado por Maestre (1), las areniscas y pizarras se prolongan al O. de Mogrovejo por los sitios llamados Campos de la Reina, Peña Vieja y la collada de Juan Toribio, y reaparecen más al O. en las Gramas y Lloroza, dando vista á la canal del Asno, sobre los manantiales del río Deva.

Los conglomerados y pizarras de esa parte se hallan muy dislocados, así como las calizas inferiores, desgarradas á modo de cuchillos y picos recortados, donde tampoco es fácil adivinar la estratificación.

Son muy escasos todavía los restos orgánicos encontrados en la gran mancha por la parte de Santander, pues tan sólo se citan *Productus semireticulatus*, Mart., y *Spirifer mosquensis*, Fischer, de los puertos de Andara, donde abundan los artejos de crinoides, así como en los de Aliva, Peña de los Lechugalis, Hermida, Celis, la canal de San Carlos, etc. Más que los fósiles abundan por estos parajes los cristales de cuarzo con dos apuntamientos, como sucede en Asturias.

Sobre las areniscas con *Scolithus* de Prellezo, entre este pueblo y el mar, la caliza carbonífera constituye el remate NE. de la gran mancha del sistema, que en el sitio nombrado Sobrecueva contiene crinoides, coralarios y *Productus*, así como numerosos cristales bipiramidales de cuarzo hialino.

Al O. de Cabezón de la Sal, debajo de las areniscas y pudingas triásicas, una fajita de caliza de fractura arcillosa, probablemente carbonífera, se extiende menos de 200 m. á cada lado de la carretera, desde la conclusión de los Campos de Navas hasta Treceño, y á poco más de un kilómetro de este pueblo se bifurca en dos ramas: la septentrional, á la derecha de la carretera, remata en Cabiedes, y la otra se alinea á P. hasta corta distancia de Roiz.

Otra caliza de idénticos caracteres asoma entre areniscas rojas en

(1) Bol. Mapa geol., tomo III, pág. 279.

un islotillo redondo de 400 m. de diámetro al O. de Carrejo y Santibáñez, al pie del Escudo de Cabuérniga.

El isleo carbonífero del interior de la provincia, que sobresale en una fila de sierras entre Caldas de Besaya y Puente Viesgo, está constituído por una caliza blanquecina en bancos casi verticales, que suelen hendirse en lechos delgados con artejos de crinoides y señales de *Productus* (1). La atraviesan numerosas vetas y filones de espato calizo, algunos hasta de un metro de espesor, salpicados en algunos sitios de pintas verdosas de carbonato de cobre. En su límite septentrional, junto á la estación de las Caldas, esta manchita se oculta bajo formaciones más modernas; pero en el meridional se apoya sobre la devoniana, anotada en el capítulo anterior.

ARTÍCULO III

REGIÓN PIRENÁICA

A 222 km. cuadrados se reduce la extensión del carbonífero de la región pirenáica, correspondiendo la mitad á Navarra y el resto á las otras cuatro provincias fronterizas. Aproximadamente será esa la extensión; pero se debe advertir que tal vez algunas manchitas resultarán más pequeñas de lo que se figura en el Mapa general, en cambio de existir otros asomos que no se marcan; y á causa de las exiguas dimensiones de casi todas, se enumerarán al propio tiempo que se detallen sus caracteres.

Guipúzcoa.

Fajita de La Rhune ó de Oyarzun.—Limitada al N. y O. por el trías, y en los otros rumbos por el cambriano y el devoniano, á P. del monte Aya y al S. de Oyarzun, existe una fajita encorvada que,

(1) Puig y Sánchez, *Datos para la Geología de la prov. de Santander*. Boletín Mapa geol., tomo XV, pág. 293.

con un kilómetro de anchura media, se prolonga en 10 de longitud, hasta tocar el Bidasoa y penetrar en territorio francés entre el puente de Enderlaza é Irún. En el paraje nombrado Aguinaga, de este último término, la caliza, base del sistema, fuertemente inclinada al S.SO., con un espesor de 30 m., es de color gris, está cruzada por vetas espáticas y en sitios empasta trocitos de pizarra. Examinada al microscopio (1) ofrece una textura más cristalina que la caliza devoniana, de la que difiere por su carencia de restos de coralarios. Influidos por la erupción granítica del monte Aya, aparecen los bancos invertidos por bajo de pizarras arcillosas, silurianas ó cambrianas, y apoyados sobre areniscas alternantes con otras pizarras ferruginosas rojizas, análogas á las hulleras del monte La Rhune, alineadas al NO. en las inmediaciones de Oyarzun, verticales ó casi verticales. Esta misma mancha, enlazada con otra de Navarra, tiene tan escaso desarrollo en Guipúzcoa, que apenas motiva descripción algo extensa, y para evitar repeticiones véanse á continuación otros detalles.

Navarra.

Cinco manchitas carboníferas se marcan imperfectamente en el Mapa general, la mayor de las cuales penetra de Francia por los Alduides con una superficie de 58 km., sumando otro tanto las otras cuatro.

Fajitas de Vera.—La manchita más occidental es la misma fajita de Oyarzun, acabada de citar, que penetra de Francia al E. de Irún; descuella en el pico internacional de La Rhune (898 m.), por cuyas faldas meridionales ocupa una buena parte del término de Vera. Al SE. de La Rhune sigue por 2 km. la línea fronteriza con un ancho medio de uno; en otros 6 es enteramente navarra hasta un punto al N. de la citada villa, desde el cual se interna una legua en territorio francés, para volver á nuestra nación cruzando de NE. á SO. el

(1) Adán de Yarza, *Descr. prov. Guipúzcoa*, pág. 53.

término de Ergoyen (Guipúzcoa). La limitan el trías á P., el permiano en Francia, el cambriano al S., y este último con el siluriano por el E., habiendo sido retocados diferentes veces sus contornos en los muchos bosquejos que se han ido haciendo de los Pirineos.

Al S. de la anterior, entre Vera y Lesaca, atraviesa el Bidasoa otra faja rodeada de cambriano que toca al triásico de Echalar en su extremo oriental, prolongado un poco en territorio francés en otros mapas.

En ambas fajitas se manifiestan los dos niveles extremos del sistema, es decir, la caliza amigdaloidea y el hullero superior, faltando la caliza metalífera ó de *foces*, el hullero inferior y el medio. Con los caracteres del mármol *griotte* penetra la caliza amigdaloidea desde Biriatu (Francia) al N. de Echalar y al S. de Vera, donde contiene señales de coralarios, y se prolonga ó reaparece mucho más al S., pues con idénticos caracteres la hemos observado en el arroyo de La Ferrería, entre Yanci y Aranaz, donde se señala cambriano todo el paleozóico del Mapa general. Por este lado son extraordinarias las dislocaciones de los estratos, que se desgarran con enormes tajos é inclinan fuertemente al NE., al E.NE. y al E., con alineaciones perpendiculares á la dirección más general. Entre esas calizas marmóreas se intercalan otras azuladas con vetas blancas espáticas y venillas de cuarzo impregnadas de cristalitos de pirita.

Cerca de la frontera, en la fajita más occidental, sobre dicha caliza amigdaloidea, se apoyan las pizarras y areniscas amarillas alternantes con pudingas cuarzosas de cantos menudos y cimento arcillo-sabuloso micáfero, que continúan hasta el pie del monte Laviga, al E. de La Rhune; y á corta distancia del puerto de Echalar, junto á los mojones 42 y 43 de la frontera, se hallan las ruinas de las antiguas labores abiertas sobre lechos de hulla de 2 á 4 cm. de espesor, intercalados entre pizarras arcillo-carbonosas foliáceas, muy lucientes, con muchas caras estriadas, que se deshacen con los dedos, y otras arcillo-carbonosas micáceas muy duras, que en algunos bancos pasan á samitas amarillentas micáferas. La mina fronteriza de Ibantelly, empezada á trabajar en 1861, fué abandonada en 1879, y tan-

to en ella como en *Laviga* se hallaron numerosas especies vegetales, hace poco revisadas por el Sr. Zeiller [1], quien fijó su horizonte en el estefaniense, ó sea el nivel más alto del hullero superior. Las especies comprobadas y rectificadas son las siguientes: *Pecopteris arborescens*, Schl.; *P. cyathea*, Schl.; *P. oreopteridea*, Schl.; *P. Daubreei*, Zeill.; *P. polymorpha*, Brong. [2]; *P. unita*, Brong.; *P. feminæformis*, Schl. [3]; *Callipterideum pterideum*, Schlot. sp.; *Alethopteris Grandini*, Brong. [4]; *Odontopteris Brardi*, Brong.; *Dictyopteris Brongniarti*, Gutb.; *Sphenophyllum oblongifolium*, Germ.; *Calamites Suckowi*, Brong.; *C. Cistii*, Brong.; *Equisetites spectulatus*, Zeill.; *Asterophyllites equiseliformis*, Schlot.; *Annularia stellata*, Schl.; *A. sphenophylloides*, Zenk. [5]; *Codonospermum anomalum*, Brong.; *Stigmaria ficoides*, Stern., y otras indeterminadas de los géneros *Sigillaria*, *Calamodendron*, *Cordaites* y *Cordaicarpus*.

Al NE. de Bertiz, por las faldas del alto monte de Ascolegui, representan el hullero las samitas pizarreñas, los conglomerados cuarzosos y las pizarras arcillosas iguales á las acabadas de citar, que repetidas veces se doblan hasta la cima, donde abunda una brecha cuarzo-pizarreña de cimento parecido á la samita, y cuyos cantos de cuarzo se hallan bastante redondeados. Entre Ascolegui y Araquindegui las pizarras arcillosas inclinan fuertemente al SE., y al pie del segundo monte se repite su alternancia con samitas que conservan el mismo buzamiento.

Fajita de Urdax.—Entre Echalar y Urdax, limitada al N. y E. por el trías y al S. por el cambriano, ocupa unos 10 km. esta fajita, de idéntica composición que la anterior. El arroyo Michelenia, al O. de Urdax, entre los montes Arlión y Ayariz, está abierto en pizarras blandas arcillosas y arcillo-carbonosas, alternantes con samitas que

(1) *Notes sur la flore des gisements houillers de La Rhune et d'Ibantelly. Bull. Soc. géol. France*, 3.ª serie, tomo XXIII, pág. 482.

(2) Confundido por otros observadores con el *P. Miltoni*, Brong., y probablemente con el *P. Nestleriana*, Brong., por otros.

(3) Confundido por el Sr. Stuart-Menteath con el *P. Arguta*.

(4) Confundido con el *A. Serli*, que es de un nivel más inferior.

(5) En lugar de la *A. brevifolia*, que se había anotado.

llegan hasta el pie de Peña Plata, con señales de crinoides en la collada de Ascarreco. Es la continuación de la faja carbonífera que señala el Sr. Stuart-Menteath entre el trías y el siluriano por el eje del Baztán, y que estrecha la otra faja triásica de la bajada oriental de Peña Plata á Zugarramundi (1). Las señales de la fajita carbonífera que el mismo geólogo marca desde Urdax hasta cerca de Zubieta, se observan también subiendo al puerto de Bulatzegui, en los enormes tajos que rodean las pedregosas orillas del río Artiz. Debajo de los conglomerados y areniscas triásicos asoman algunos bancos de samitas y pizarras arcillo-carbonosas micáferas, divisibles en hojas muy delgadas que se prolongan por el monte de Loyzati, entre Goizueta y Zubieta.

MANCHAS DE LOS ALDUIDES Y VELATE.—La mayor mancha carbonífera de los Pirineos navarros es la comprendida entre los Alduides y el Baztán, limitada al E. por el devoniano, al S. por el cretáceo de Eugui y Cilbeti, al O. y N. por el trías. En territorio español mide unos 50 km. cuadrados, y entre ellos y el puerto de Velate asoma, rodeado del trías, otro islote anejo de unos 8 á 10.

Marchando desde Irurita ó desde Ciga en dirección á Sayúa, en cuanto se dejan las areniscas rojas de Xubicha, se penetra en pizarras arcillosas, duras, azuladas y lustrosas que, inclinadas en un principio 38° S.SE., pasado el hondo barranco de Yuzcúa, se tuercen al N.NO., inclinando al E.NE., de manera que en corto trecho se doblan las capas casi en ángulo recto. Se intercalan más adelante algunas calizas entre las pizarras, que se hacen más satinadas y verdosas, y tal vez denoten una fajita devoniana cercada del carbonífero, que en lo alto de Sayúa está representado por samitas hulleras, alternantes con pizarras arcillosas, blanquecinas y blandas, y con otras arcillo-carbonosas negras y duras, con restos vegetales en las vertientes orientales de ese monte. Aparecen inferiores los estratos devonianos hasta el sitio nombrado Pansuchar, á mitad del camino de

(1) *Sur la géologie des Pyrénées de la Navarre, du Guipuzcoa et du Labourd. Bull. Soc. géol. France*, 3.ª serie, tomo IX, pág. 304.

Eugui á Irurita, donde sobre pizarras astillosas y micáferas y otras ampelíticas, difíciles de clasificar en cuanto á su edad, reaparecen las samitas alternantes con pizarrillas arcillosas inclinadas 62° NE., que más al E. se tuercen inclinadas 52° E.

En el puente de Erizeta inclinan los estratos 50° S., alineados casi perpendicularmente á los devonianos que los limitan. En los montes de la Cheta, desde un kilómetro al N. de Eugui hasta las minas de la antigua fábrica de Orbaiceta, el hullero se compone de pizarras arcillo-carbonosas lucientes, de otras azuladas mates y de samitas micáferas muy duras, con nodulillos de antracitas, sumando varios centenares de metros de espesor. Por estos parajes encontró el señor Stuart-Menteath (1) entre otros restos vegetales, *Sigillaria elegans, Taxospermum Gruneri, Calamites Suckowi, Stigmaria ficoides, Neuropteris heterophylla, Artropitus bistriata, Cardiocarpus avellana, Trigonocarpus Noggerathi*, un *Callipteridium* parecido al *C. ovatum*, otro *Calamites* parecido al *C. Cistii* y un fragmento de *Calamodendron*, especies que encajan en la parte inferior del hullero superior, un poco más baja que el de La Rhune.

Anejas á las anteriores se encuentran otras manchitas, que por sus pequeñas dimensiones no se marcaron en el Mapa general. En algunas cañadas que parten de la cima del monte Bagordi, al NO. de Elizondo, bajo la arenisca roja del trías, yacen otras blanquecinas, bastas, que alternan con pudingas; y por la bajada del mismo monte á Amezti, el hullero está representado por los siguientes estratos, que miden unos 100 m. de espesor: *a*, arcilla arenoso-micáfera, pizarreña, rojiza y dura, de 60 m.; *b*, tenue lecho de otra, que se distingue por su color gris azulado; *c*, arcillas sabuloso-micáferas, blanquecinas, amarillentas y rojizas, con intercalaciones lenticulares de tierras carbonosas, sumando en junto 25 m.; *d*, arenisca basta, amarilla, con manchas negruzcas, equivalente á 18 m.; *e*, pizarrilla arcillosa gris azulada. Cubren á estas capas otras areniscas triásicas que suman 60 m.

(1) *Bull. Soc. géol. France*, 3.ª serie, tomo XVI, pág. 52.

MANCHITA DE LEIZA.—Entre Leiza y Areso, paralelas á la falla del Bidasoa, que se explicará en otro capítulo, asoman dos fajitas paleozóicas, probablemente carboníferas en opinión del Sr. Palacios (1): una á L., en el sitio llamado Aozmendi; otra á P., en las laderas de Aresenenburu, entre la borda de Ocavio y la tejeria de Areso. Las pizarras y grauwackas que las constituyen se hallan en contacto anormal por el N. con una estrecha faja de margas y areniscas arcillosas cenomanenses que se muestran infrapuestas.

Huesca.

A unos 12 km. cuadrados se reduce el sistema en esta provincia, por cuyo extremo NO. penetran de territorio francés dos manchitas, á las que deben añadirse otros islotillos marcados en la Memoria geológica de Huesca, y otros dos indicados posteriormente por el señor Gourdon.

Las dos primeras manchitas, en parte limitadas por el cambriano y el siluriano, en parte por el trías, que las aisla superficialmente, radican en el extremo septentrional del valle de Canfranc, donde constan de dos tramos ú horizontes muy distintos. Se incluyen en el inferior las calizas marmóreas amigdaloideas (mármoles *griotte* y de *Campan)*, muy desarrolladas en las vertientes francesas y asociadas á las calizas devonianas de Santa Cristina y La Anglasé, al N. de dicha villa, que dejaron de figurar en el Mapa general.

El miembro ó tramo superior aparece disgregado en España en varios islotillos dispersos, compuestos principalmente de samitas pizarreñas negruzcas y pardo-amarillentas, con restos de vegetales fósiles, alternantes con pizarras arcillosas micáferas, que ya forman un tránsito á aquéllas, ya á los filadios divisibles en hojas muy delgadas é irregulares. Alrededor del pico Anayet, tocando á la frontera, entre los valles de Canfranc y de Tena, es donde se muestra más claramente esta formación hullera, con una capa de carbón que en

(1) *Ofitas de la prov. de Navarra.* BOL. Mapa geol., tomo XXII, pág. 244.

diversas épocas se ha tratado de explotar, al E. de Apazuso y las Arroyetas, sobre el barranco Colivilla. Además de esa capa de carbón, hay otros lechos delgados de hulla antracitosa y reluciente, entre pizarras arcillo-carbonosas y samitas que encierran algunos restos de *Calamites* parecidos á los *C. Suckowi*, Brong., y *C. dubius*, Artis; y entre dichas rocas se intercala un conglomerado cuarzoso y micáfero, que pasa en sitios á una sefita carbonosa y pizarreña.

Reaparece el carbonífero en el recodo que hace la Canal Roya, al pie de los picos de Mala Cara, por donde se pasa á los puertos de Estún ó de Jaca, compuesto de las samitas en poco más de 60 hectáreas de extensión, y todavía es menor la manchita que se descubre á P. de Sumport, en las depresiones de Candanchú, donde el trías, el devoniano y la creta le cercan por NE., S. y SO., respectivamente. Se encuentran entre sus lechos restos de vegetales indeterminables que todavía abundan más en el cuarto manchón, de unos 3 km. cuadrados, extendidos en la collada y los puertos de Izas que comunican á Tena con Canfranc. Los cuatro son fragmentos de un solo depósito, en gran parte denudado y en parte cubierto por rocas triásicas y cretáceas, no llegando á 100 m. el espesor de sus capas.

Al pie de los picos de Bernatuara y La Pazosa, por la honda depresión que los separa del macizo de las Tres Sorores (Mont Perdu), en la subida al puerto de Torla ó de Gavarnia, hay una fajita irregular hullera, de menos de 40 hectáreas, compuesta de la alternación de pizarras arcillosas micáferas y samitas pizarreñas negruzcas ó grisparduzcas, con vegetales fósiles parecidos á restos de *Calamites*.

Como prolongación occidental, interrumpida y muy estrecha de la manchita hullera de Erill-Castell (Lérida), asoman en Montanuy algunos conglomerados cuarzosos y pizarras deleznables, que continúan á orillas del Isábena, cuyo río descubre además lechos de areniscas pardas y amarillentas de grano grueso, alternantes con gredas arenosas. Termina esta mancha insignificante entre Las Paúles y Espés, á la izquierda del barranco Turbiné, donde acompaña á las gredas una argilita rosácea y cenicienta, con manchas pardo-rojizas muy deleznables, inclinando los estratos 52° SO.

En la cuenca de Esera, por la depresión semicircular nombrada Los Planes de los Estanques que existe entre el puerto de Benasque y los Montes Malditos, se apoyan sobre la caliza sacaroidea veteada de gris unas pizarras negruzcas y grauwackas pizarreñas muy micáceas que el Dr. Garrigou sospechó serían hulleras (1). Posteriormente, explorando el Sr. Gourdon las inmediaciones de la Renclusa y la base del pico Pumero, recogió varios restos de *Calamites Suckowi*, Brong.; una *Sigillaria* muy parecida á la *S. scutella*, Brong.; un *Halonia* y un *Lepidodendron*, insuficientes para precisar la edad, pues la primera, la única de rigurosa determinación, existió desde la base del hullero medio hasta el permiano, advirtiéndose que la segunda pertenece al grupo de los *Rhytidolepis*, que se extendió principalmente en el hullero medio, sin pasar de la parte media del hullero superior (2).

Lérida.

Siete manchitas carboníferas, que en junto comprenden 68 km. cuadrados, se señalan en el Mapa general por los Pirineos de Lérida; pero son muy escasos é incompletos los datos que de ellas se tienen.

Cuenquecita de Erill-Castell.—Entre el Noguera Ribagorzana y el Pallaresa, alineada al E. 38° S., en una longitud de 12 km., se extiende esta cuenquecita desde Erill-Castell hasta Guiró, cruzando parte de los términos de Peranera, Sas, Beués, Avellanos y Castellnou. Se apoya por el N. sobre el devoniano, muy imperfectamente conocido, y la limita por el S. la fajita triásica que desde las Tres Sorores (Huesca) cruza los Pirineos de Lérida hasta la sierra de Cadí (Barcelona).

Pocas cuencas hay en la Península cuyos estratos hayan sido tan desarreglados como los de ésta por la aparición de rocas hipogénicas; y así, por ejemplo, al S. de los escarpados peñascos de diabasita ne-

(1) *Etudes sur Luchon*, pág. 98.
(2) *Contributions à la géologie des Pyrénées centrales*, pág. 92.

gruzca, 1, sobre que están edificados Erill-Castell y Peranera, se extienden las capas hulleras con buzamiento meridional en la disposición que indica la figura 23; y por el lado opuesto las pizarras devonianas 2. Las areniscas triásicas 4, del cerro de Puñanirri se dirigen O. 45° N., inclinando 45°, y las carboníferas 3, con capas de hulla descubiertas en la depresión que separa ese cerro de Erill-Castell, se

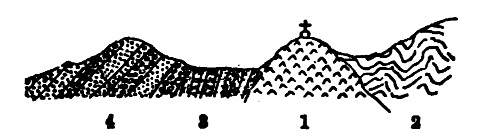


Fig. 23.—Corte por Erill-Castell, según el Sr. Vidal.

alínean O. 25° N., inclinando 65°, de cuya discordancia resulta que á 1 km. á P. del pueblo las primeras cubren completamente á las segundas en el barranco dels Obaguins, límite occidental de la cuenquecita.

Fig. 24.

Del lado opuesto, en las faldas de la montaña de San Quirce, á 3 km. al E. de Erill-Castell y al S. del pueblo de Sas, se repite la misma discordancia, con una circunstancia digna de atención que cita el Sr. Vidal [1]. Una parte, *a*, de las capas triásicas (fig. 24), precisamente conglomerados, se dirigen, con 58° de inclinación, discordantes al E. 48° S., mientras otra parte, *b*, de samitas rojas de grano fino, se arrumban con 85° al E. 37° S., sobre el carbonífero *c*. Para explicar esta discordancia, juzgaría dicho geólogo lo más natural atribuir las capas *a* al triásico y las *b* al permiano; pero desiste

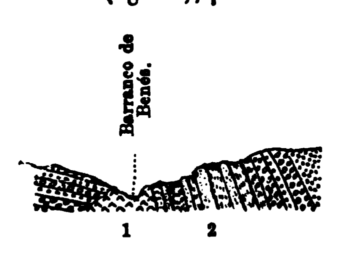


Fig. 25.—Corte por Benés, según el Sr. Vidal.

de esa explicación á causa de las dislocaciones producidas por las erupciones porfídicas, como las que se ven en Batlliù de Sas y en Benés, donde dicho sistema secundario está completamente separado de ella, según se indica en la figura 25 «No es inverosímil, agrega

(1) Bol. Mapa geol., tomo II, pág. 288.

el mismo ingeniero, que las porfiritas 1 que lograron arrancar del contacto con el carbonífero 2, á una parte de las areniscas triásicas, hayan comunicado un movimiento más brusco al carbonífero, junto con las capas más bajas del trías 3, que á las capas más altas 4, de este último sistema, determinando un resbalamiento parcial en ellas, causa de esta notable discordancia.»

Los afloramientos carboníferos siguen al S. de Peranera, Batlliú de Sas y Benés; quedan cubiertos por la arenisca triásica en Vilancós, al S. de Avellanos y Castellnou, y reaparecen en las cercanías de Guiró, donde un asomo porfídico rojizo se intercala entre ambas formaciones, asomando casi verticales las capas de carbón de escasa importancia, junto á las pizarras devonianas.

En su composición esta cuenquecita es idéntica á otras muchas, pues consta de samitas grises y amarillentas en capas que varían entre 2 y 12 m. con trozos de *Sigillarias* y otros restos vegetales alternantes con pizarras arcillosas verdosas, divisibles en pequeños fragmentos prismáticos, y con otras arcillo-carbonosas negruzcas que forman la caja de las capas de hulla. En la parte superior por el barranco de Benés las areniscas amarillentas son de grano muy grueso, tránsito á conglomerado de cantos pequeños, alternantes con pizarras arcillosas amarillas y verdes, y en el mismo punto el espesor del hullero se reduce á 100 m.; pero en el collado de Sopena y cerro de Puñanirri se miden 213, de los cuales corresponden unos 12 al total del carbón, que es seco y antracitoso, algunas de cuyas capas tienen 1,60 de grueso. En los sitios nombrados Picasonas y La Menal señaló D. Eusebio Sánchez (1) hasta 600 m. de espesor en el carbonífero, contándose por esta mitad occidental de la cuenca 10 afloramientos de carbón que suman un espesor de 12 m., de los cuales 6,85 son de hulla limpia y el resto de borrasco.

En los 3 $^1/_2$ km. que hay desde el collado que separa los términos de Peranera y Sas hasta Benés, la mayor parte de la faja carbonífera

(1) *Noticia sobre la riqueza minera de Cataluña. Rev. Min.*, tomo XII, página 631.

queda oculta bajo el trías y las tierras de labor; pero cerca del último pueblo se descubren seis capas que suman 7^m,40 de espesor.

Al SE. de Benés continúa el carbonífero por los términos de Vilancós, Avellanos, Castellnou y Guiró con un espesor que excede de 80 m., reducido el carbón á ligeros afloramientos, desarrollándose en cambio con mayor potencia las areniscas y pudingas de la formación. En las inmediaciones de Guiró afloran dos capas de 70 cm. cada una entre esas dos clases de rocas, compuestas de granos y cantos de cuarzo y feldespato con mica abundante, cimentados por arcillas feldespáticas alternantes con pizarras arcillosas y arcillo-carbonosas, calizas más ó menos arcillosas y lechos muy delgados de óxidos y carbonato de hierro, de los que también se ven nódulos ó riñones en las areniscas.

La hulla de esta cuenca es seca y antracitosa, más pizarrosa y deleznable la de Sas y Benés que la de Erill-Castell y Peranera, distinguiéndose en una misma capa dos clases de carbón: uno negro, brillante, duro, de fractura desigual y concoidea; otro pizarreño, mate, algo parduzco y astilloso, alternando ambas en la misma capa en fajitas de unos 10 cm. Todos son muy pesados; arden lentamente sin aglutinarse, sin humo ni olor desagradable, con muy poca llama, blanca ó azulada; son poco piritosos y contienen, por término medio, 86 de carbono, 14 de materias volátiles y de 8 á 30 de cenizas, pasando de 7000 calorías. La pizarra carbonosa en que constantemente encajan arde con muy poca llama, dejando muchas cenizas.

Al hullero superior parece corresponder esta cuenquecita, si positivamente se encuentran en ella *Pecopteris arborescens*, Schl.; *P. Miltoni*, Artis, y *P. polymorpha*, Brong., que se citan de Erill-Castell.

Manchitas hulleras del Noguera Pallaresa.—Al O. del Puerto de Bonaigua existen otras manchitas no señaladas en el Mapa, pero indicadas por el Sr. Roussel, quien afirma que se componen de pizarras negras y grauwackas cruzadas por diques porfídicos (1).

De las dos manchitas que, cruzadas por el mismo río, encajan

(1) *Etude stratigrafique des Pyrénées*, pág. 82.

entre Sort y Gerri, en Estach y Peramea, se carece de datos.

CUENQUECITA DE LA SEO DE URGEL—A unos 4 km. de la Seo de Urgel y á corta distancia de la izquierda del Segre, los arroyos ó vallejos de Segars, Bastida y Navinés cruzan una fajita hullera encajada entre pizarras devonianas y areniscas triásicas, que en 1858 fué descrita incompletamente por Noblemaire [1], y más recientemente por el Sr. Vidal, á quien seguiremos en su informe [2]. Mide esta cuenquecita un largo de 25 km. de E. á O., pues se ven afloramientos carbonosos cerca de La Molina de Lletó, situada á 14 km. al E. de la Seo, y más ó menos manifiestos se pueden seguir hasta cerca de Argestues á 17 á Poniente. Pero en esa faja que el Segre divide en dos porciones desiguales, la parte más interesante es la central, tanto por su favorable situación topográfica, cuanto por hallarse más distante de los asomos porfídicos que dislocaron los estratos en el extremo oriental de la cuenquecita. Estos pórfidos que aparecen en las vertientes septentrionales de la sierra de Cadí, frente á Ansovell, llegan hasta la Bastida y concluyen en el torrente Segars, terminando cerca del mas de Llarol en una vénula, en que se reduce, por su extremada descomposición, á una arcilla verdosa y morada.

En el sentido de su espesor la cuenquecita se divide en dos partes: una inferior que encierra las capas de combustible, y otra superior de 100 m. de espesor, compuesta de arenisca amarillenta de grano de cuarzo, con cimento ferruginoso, en capas delgadas que yacen bajo las areniscas rojas del trias. La parte inferior mide un grueso máximo de 14 m. en la izquierda del Segre, de 40 en la derecha, y en ella el combustible, acompañado de pizarras arcillosas negras, se intercala entre areniscas gris-rojizas de granos gruesos de cuarzo con algunos trocitos de las pizarras verdes inferiores. En las pizarras arcillosas negras se hallaron restos de *Calamites*, *Neuropteris* y *Sphenopteris*, todavía indeterminados, recogidos en los vallejos de Segars y de la Bastida.

(1) *Etudes sur les richesses minérales du district de la Seo d'Urgel. Ann. des Mines*, 5.ª serie, tomo XIV, pág. 55.

(2) *Cuenca carbonífera de Seo de Urgel:* Barcelona, 1883.

Entre estos dos últimos desgarra las capas una masa porfídica 1 muy descompuesta, con venas de jaspe sanguíneo, transformada en sitios en una especie de brecha; y en su contacto asoman desgarradas las pizarras devonianas 2, las pizarras carbonosas 3, amarillentas y azuladas con capas de hulla de 0,05 á 0,60, las areniscas hulleras 4 y las rojas triásicas 5. Las areniscas hulleras son de diverso grano con lechos arcillosos intercalados, las más bastas formadas de guijos cuarzosos, pasando á un conglomerado con fragmentos de pizarra y de piedra lidea. Más arriba de la Bastida, siguiendo el camino de Fornols, sitios hay en que el hullero alcanza un espesor de 100 m. (1); pero pasado un asomo porfídico se reduce el sistema á las areniscas superiores y á unas pizarras carbonosas, donde apenas se perciben delgadas venillas de combustible. Donde éste ofrece mejor aspecto es en el bosque de Llarola y el citado torrente Segars, cuyas capas alcanzan de 0,45 á 0,60 de grueso.



Fig. 26.—Corte de la cuenca de Urgel, según el señor Vidal.

Por el extremo oriental de la cuenca, bajando de la sierra de Cadí á Vilanova de Benat, antes de llegar á la masía de la Molina, entre ese pueblo y Ansovell, también otros islotes porfídicos atraviesan el hullero, reducido á unos pocos bancos de arenisca.

Lejos de los pórfidos siguen los afloramientos con regularidad hacia el NO. hasta la divisoria de los torrentes Segars y Navinés, atraviesan el torrente de este último, pasan á los de Arfa y del Pla, se muestran cierto trecho á lo largo del barranco de Las Clots, hasta perderse por las colinas de su izquierda, buzando constantemente las capas al SO., con inclinaciones que varían de 25 á 45°.

Noblemaire no vió en esta cuenquecita más que insignificantes venillas de carbón de 15 á 20 cm. de espesor en los vallejos de Bas-

(1) La cifra de 50 m. que señaló el ingeniero Noblemaire en sus *Etudes sur les richesses minérale du district de la Seo d'Urgel*, es inaceptable, según el Sr. Vidal.

tida y Navinés, y una capa en el de Segars, en que distinguió dos clases: una en el fondo del barranco, que empasta trozos de pizarra negra, y es brillante, frágil, de fractura poliédrica, produciendo más de 22 por 100 de cenizas, y otra más compacta, menos impura, surcada de venillas ocráceas procedentes de la descomposición de las piritas. Por labores de investigación más recientes practicadas en una longitud de más de 5 km., se ha descubierto que la cantidad de combustible mejora rápidamente en profundidad, al par que aumenta el espesor de las capas á medida que se avanza á P., lo cual es efecto de que el metamorfismo y los trastornos estratigráficos producidos por los pórfidos no extendieron su acción más allá del torrente de Segars. Aquí las capas reconocidas miden de 0,50 á 0,80 de grueso, si bien dos se reúnen hasta alcanzar $1^m,20$, y todas juntas suman un espesor de 2,50; mientras que en el barranco de Las Clots, situado en el extremo O. de las concesiones actuales, la faja carbonífera cortada por una transversal mide $39^m,40$, resultando con una potencia de 10 m., de los cuales hay 4 de carbón, distribuído en cuatro capas de 0,80 á 1,50.

Los afloramientos hulleros ocultos bajo las areniscas triásicas al aproximarse al Segre, reaparecen sobre la derecha de este río en la cumbre del cerro de la Parroquia, cruzan por el barranco de Gramos, y desde este pueblo á Argestugues, igualmente en contacto con el devoniano por el lado del N., descubriéndose claramente también, en las márgenes del Cabo á 4 km. de Novés. Por este lado mide el sistema un espesor de 20 m., y está representado por pizarras carbonosas alternantes con areniscas grises que llevan algunas venillas de carbón, y una argilolita muy dura, agrisada, divisible en prismas, sobre la que yace un banco de metaxita de 8 m. de grueso. Esta roca es blanquecina, pierde en muchos puntos los granos de caolín que van empastados en su masa cuarzosa, y aparece exteriormente llena de celdillas. Las labores efectuadas por esos parajes cortaron dos capas de hulla de 0,40 y 0,60.

Los carbones de esta cuenca son antracitosos, limpios de pirita, con ligerísimos indicios de sulfato cálcico; arden con poca llama y

sin olor; no producen por su incineración gases amoniacales ni hidrocarburos, y sus cenizas son blancas y arcillosas. Como término medio de diversos ensayos, la hulla escogida de 1,39 de peso específico, tiene 82,66 de carbono, 5,40 de cenizas y 11,90 de materias volátiles con 7000 calorías. En la hulla sin escoger resultan esas cifras de 67,83, de 21,45 y 10,70 respectivamente.

Supone el Sr. Vidal que en esta cuenca existen más de 44 millones de toneladas de carbón, la cuarta parte de las cuales podrán explotarse con desagüe natural, atacando las capas por un socavón general en el barranco del Pla, cerca de su confluencia con el torrente de la Obaja de las Molas, que alcanza un desnivel de 321 con respecto á la parte más elevada de las mismas.

Gerona.

Cuenca de San Juan de las Abadesas.—Se figura en el Mapa general con tres fajitas comprendidas entre el siluriano y el devoniano por un lado, el trías y los pórfidos por el opuesto, alineada la primera de O. á E. y las otras dos de SO. á NE. En total mide 15 km. de largo, con un ancho medio de 2280 m., pues su latitud es de 1600 en Mas Mans, de 4600 en los Pelats, 2800 en la Torre de los Moros y 800 en el Mas Juncá. Entre el Puig Romá, punto más alto de la cuenca (1388 m.), y la fuente del Pinté, que es el más bajo, hay una diferencia de nivel de 442.

Tres niveles ó tramos se advierten en la cuenca de San Juan de las Abadesas, á saber: el de las calizas pizarreñas en la base, el de las pizarras carbonosas con bancos de hulla en la parte media y el de las areniscas y pudingas cuarzosas en bancos numerosos, sumando un espesor considerable.

Las calizas corresponden, como en Asturias y León, al horizonte más inferior del sistema, ó sea del mármol amigdaloideo; bordean por el N. los afloramientos hulleros de Surroca y Ogassa, y sus caracteres petrográficos coinciden con los ya descritos. Muchas de esas calizas muestran cuando se pulimentan secciones de *Goniatites*, so-

bre todo las de Isobol, cuyos mármoles son de vivos colores y los más fosilíferos, formando esos restos los nódulos ó amígdalas, generalmente rojos, rodeados por una pasta de materia filádica agrisada ó en zonas de diversos matices. En Freixanet los mármoles son de fondo pardo rojizo con vetas blancas y venillas rojas.

En su nota *Sur les bassins houillers de la partie orientale de la chaîne des Pyrénées* (1), comparó Paillette hace más de medio siglo estos mármoles con los de otras localidades francesas; pero designándoles con el equivocado nombre de *calizas de Clymenias de Ogassa*, y como tales *Clymenias* se creían tales restos. Examinados mucho después por el Sr. Barrois (2) en el Museo de París, reconoció

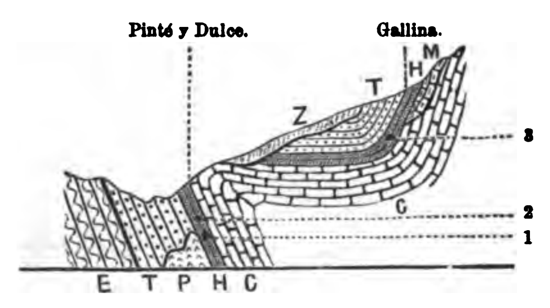


Fig. 27.—Corte transversal de la cuenca de San Juan de las Abadesas, según el Sr. Vidal.

que son ejemplares de cefalópodos en los cuales no se pueden ver ni el sifón ni la sutura, y, por tanto, indeterminables genéricamente. La impropiamente llamada *Clymenia Pailletei* por Orbigny tiene la forma general del *Goniatites crenistia*, y la *Clymenia dubia* se aproxima más al *Goniatites Henslowi*.

Los estratos de esta cuenca se ofrecen en muchos sitios con pequeñas inclinaciones ó casi horizontales, si bien en otros se desgarraron é invirtieron volcándose sobre areniscas y pudingas triásicas, según manifiesta la figura 27. Las capas se acodan dos veces; y entre la caliza amigdaloidea *C* y las rocas hulleras *H* se intercalan unas

(1) *Ann. des Mines*, 3.ª serie, tomo XVI, págs. 449 y 663.
(2) *Le marbre griotte des Pyrénées.*

cuarcitas *M* que sólo se ven en algunos puntos. Las areniscas y pudingas triásicas *T* aparecen infrapuestas al hullero en las zonas Pinté y Dulce, é inferiores á toda la serie asoman las calizas y margas liásicas *E*. Un manto de acarreo *Z*, formado de fragmentos, á veces muy voluminosos, de calizas, areniscas y pudingas, cubre á trechos parte del trías y del carbonífero al NO. de dichas zonas. Las galerías Dulce, Pinté y Gallina, están señaladas en la figura con los números 1, 2 y 3 respectivamente.

Sufrieron las capas de carbón, como todas las adyacentes, grandes movimientos, frecuentes cambios de buzamiento, fallas é interposiciones de rocas hipogénicas, que unas veces asoman á la superficie y otras se descubrieron por las labores mineras. El pórfido que causó tales desarreglos dividió la cuenca en tres porciones, levan-

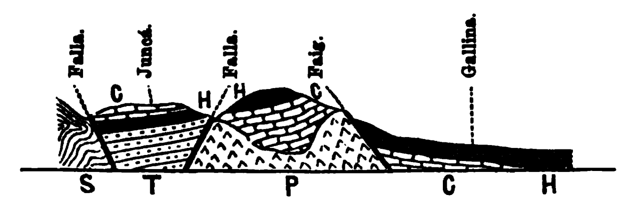


Fig. 28.—Corte longitudinal de la cuenca de San Juan de las Abadesas, según el Sr. Vidal.

tando la intermedia, llamada Faig, á considerable altura sobre las otras, según se indica en la figura 28, y produciendo la inversión representada en el corte anterior, en el cual apenas se indica dicha roca eruptiva, que se muestra más al E. en el pico llamado el Tossal, entre los torrentes de la Juncarasa y de la Fongran. Una falla separa las pizarras silurianas *S* de las areniscas y pudingas triásicas *T*, sobre la cual se invirtieron poco inclinadas las capas hulleras *H* y la caliza amigdaloidea *C*. Estos dos miembros carboníferos yacen en contacto directo con los pórfidos en la zona Faig, desgajados por otra falla que los separa de las mismas rocas extendidas más á L. en la zona Gallina.

Tales trastornos estratigráficos motivaron evaluaciones muy equivocadas respecto á su valor industrial. El ingeniero Maestre en su

Memoria (1), cuyos cortes son muy incorrectos, considera cuatro capas distintas que son una sola: 1.ª, la de las galerías *Pinté, Marededeu* y *Juncá*, de 8,50 de espesor, inclinada 70° N.; 2.ª, la de las *Pla den Dolz, Covas, Balanza, Gallina* y *Camp de la Font*, de 6 m. de potencia, buzando 47° S.; 3.ª y 4.ª, otras dos capas de 1 m. de espesor y con igual buzamiento que la 2.ª, suponiendo así un total de 16ᵐ,50 de hulla. En 1873 publicó el Sr. Gisper una monografía de las *Cuencas carboníferas catalanas*, trabajo de compilación, sin observaciones propias, cayendo en los errores de los que le precedieron y sumando un espesor de carbón de 36 m. En su importante obra sobre los *Carbones minerales de España*, el Sr. Oriol supone dos capas equivalentes á 8 m. en la zona del Sur, seis con una potencia total de 22 metros en la del centro y tres que suman 6 m. en la zona del Norte y son prolongación de las del centro, resultando un total de 30 m.

Otros informes de minas de esta cuenca se han publicado que contienen varios errores, y á éstos han contribuído, advierte el señor Vidal (2), «la irregularidad en el grueso y número de las capas cuando se miden á grandes distancias y la diferencia de su composición química, según su posición estratigráfica; fenómeno de interés, pues se ha observado que son secas todas las capas que buzan al S. y grasas las que buzan al N.» Las variaciones en el número y espesor de las capas se comprende, como en todas las cuencas, por la irregularidad de la acción sedimentaria que pudo acumular en unos puntos mayores cantidades de materias vegetales que en otros; pero la diferencia en su composición química no se concibe ni por la proximidad de los pórfidos, ni por sus diferencias de altitud, ni por su mayor ó menor grueso. Es posible, sin embargo, que la explicación se encuentre en el hecho de ser grasas las hullas cuyas capas han sufrido inversión, y secas las que ocupan su posición normal, de lo cual resultó que las primeras quedaron ocultas bajo un espesor mayor de terrenos que las segundas, y pudieron conservar mejor que

(1) *Cuenca carbonífera de San Juan de las Abadesas.*
(2) Bol. Map. geol., tomo XIII, pág. 353.

estas últimas sus materias volátiles. «Si las fallas no estuviesen tan bien acusadas y reconocidas por los trabajos mineros, agrega el mismo geólogo; si no se percibiesen tan bien en el exterior los pliegues del terreno, la idea de Maestre de que las hullas grasas y las secas forman dos capas ó grupos de capas distintos, tendria grandes visos de probabilidad, á pesar de ser errónea.»

Considerada en conjunto en sus dos extremos de Levante hacia Callallera y de Poniente en Bruguera, es donde menos espesor mide esta cuenca. La parte central que antes ocupaba la mina *Veterano*, hoy de la Sociedad Ferro carril y Minas de San Juan de las Abadesas, es donde mayor número de capas se cuentan y en donde alcanzan mayores gruesos, estimándose como término medio del total 9m,60 en toda la longitud de sus afloramientos. A causa de los movimientos sufridos y por los declives del terreno, las capas afloran escalonadas de Poniente á Levante en una faja que va oblicuando ligeramente desde el Norte, donde se ven las más altas, hasta el Sur, donde yacen las más bajas, dividida la cuenca en tres grupos: del Norte, del Centro y del Sur, cuyas minas decrecen gradualmente de altitud desde 1352 m. que mide la *Faig*, hasta 954 de la *Dulce*.

En la zona del Norte se hallan la mina *Juncá*, que explota una capa á veces bifurcada de 2 á 4 m. de espesor, inclinada de 30 á 50° N., siendo grasos sus carbones, y la mina *Faig*, cuyas tres suman 6 m., buzan al S. y dan hullas secas.

En la zona del Centro las minas *Balanza* y *Gallina* explotan carbones secos en las llamadas *Norte*, *Centro* y *Sur*, que llegan á tener en ciertos sitios hasta 12 m., 6m,60 y 9 m. respectivamente de espesor, agregándose á veces la *Intermedia*, que en algunos puntos mide 7,70; pero el grueso total de las cuatro reunidas no suele pasar de 20 m. Inclinan 70° S., y en profundidad se aplanan.

En la zona del Sur las minas *Rosinyol* y *Maredédeu* están casi agotadas, y se sostienen los trabajos en la *Pinté* y en la *Dulce*, por bajo de cuyo último nivel el pozo *Bárbara* cortó los carbones á 100 m. de profundidad. La hulla de este grupo es grasa, sus bancos buzan fuertemente al N. y se van juntando en profundidad; de modo

que apareciendo en número de tres por encima de los desagües naturales, en el fondo del pozo de investigación se reúnen en uno solo con una potencia de 14 m. En el nivel de la *Dulce* se separan ya dos capas que tienen 5 m. de grueso la *Norte* y 6,20 la *Sur*, distinguiéndose tres en los demás pisos, á saber: la *Norte* con 3,30, la del *Centro* con 5,20 y la *Sur* con 6,30.

«Ante estas diferencias en el número y grueso de las capas medidas en un mismo plano vertical, agrega el Sr. Vidal, se comprende que son unas mismas las que fueron transportadas á puntos tan apartados por los movimientos geológicos; y así se comprueba en los trabajos subterráneos, pues ninguna de las largas galerías transversales que, arrancando de una capa de hulla, se han abierto á distintos niveles, cortó otras nuevas de carbón. La más importante de esas galerías es la *Eugenia*, de 500 m. de largo, dirigida desde los carbones grasos del *Pinté* á buscar las hullas secas de la *Gallina*, y, sin embargo, éstas quedaron por encima de ella tal como manifiesta el corte de la figura 27.»

No escasean los restos fósiles en esta cuenca, sobre todo en las minas *Faig* y *Juncá;* y en el barranco que media entre esta última y la boca-mina *Balanza* se levanta casi vertical un banco de arenisca con grandes y largos troncos aplastados en mal estado de conservación. En las pizarras arcillo-carbonosas se han encontrado *Calamites Suckowi*, Brong.; *C. Cistii*, Brong.; *C. dubius*, Artis; *C. approximatus*, Schlot.; *Calamocladus longifolius*, Bronn.; *C. equisetiformis*, Schl.; *C. grandis*, Stern.; *Macrostachya infundibuliformis*, Brong.; *Annularia radiata*, Brong.; *Sphenopteris Scholotheimi*, Stern.; *Mariopteris latifolia*, Brong.; *Cyclopteris tricomanoides*, Brong.; *Neuropteris Loshii*, Brong.; *N. Grangeri*, Brong.; *Pecopteris arborescens*, Schl.; *P. oropteridia*, Schl.; *P. unita*, Brong.; *P. Miltoni*, Artis; *P. polymorpha*, Brong.; *P. hemiteloides*, Brong.; *P. Mesiani*, Brong.; *Goniopteris arguta*, Brong.; *Alethopteris Serlii*, Brong.; *A. aquilina*, Schl.; *A Grandini*, Brong.; *A. Dournaisii*, Brong.; *Lepidodendron aculeatum*, Stern., y *Stigmaria ficoides*, Brong. La mayor parte de ellas denota que la mancha se incluye entre el hullero medio y el

superior, y en las antiguas minas de las *Covas* y la *Gallina* es donde más abundan.

En el adjunto cuadro se marcan las cifras relativas á la composición de esos carbones, según ensayos hechos por el Sr. Ducloux:

CAPAS	Carbono.	Cenizas.	Cok.	Materias volátiles.	Calorías.
Mina *Juncá*.........	70,20	7,00 (*a*)	77,20 (*e*)	22,80	6721
Norte de la *Balanza*.	72,70	10.00 (*b*)	82,70 (*f*)	17.30	7153
Sur de la *Gallina*....	66,00	10,00 (*b*)	76,00 (*g*)	24,20	6877
Norte de la *Gallina*..	73,95	9,30 (*a*)	83,25 (*f*)	16,75	6643
Pozo *Bárbara*.......	69,50	6,00 (*c*)	75,50 (*h*)	24,50	7424
Centro de la *Pinté*...	67,50	5,50 (*d*)	73.00 (*e*)	27,00	7490
Norte de la *Pinté*....	60.00	13,00 (*c*)	73,00 (*f*)	27.00	6565
Sur de la *Pinté*.....	71,50	4,00 (*c*)	75,50	24,50	7260
PROMEDIOS......	68,91	8,10	62,02	22,98	6979

(*a*) Cenizas blancas y ligeras.—(*b*) Cenizas grises.—(*c*) Cenizas rojizas.—(*d*) Cenizas obscuras.—(*e*) Cok ligero y brillante.—(*f*) Cok pulverulento y mate.—(*g*) Cok abotellado, brillante en el interior, mate al exterior.—(*h*) Cok poroso, hinchado y brillante.—(*i*) Cok poco brillante.

El término medio de los pesos específicos es 1,38, siendo el más ligero el de la *Balanza*, cuya densidad es 1,26, y el más pesado el de la capa Sur de la *Gallina*, que llega á 1,65.

La explotación de la parte central de esta cuenca principió en 1842 por la Sociedad *El Veterano;* pero no adquirió gran desarrollo hasta que se construyó el ferrocarril y se plantearon grandes mejoras en el lavado, aglomeración y acarreos, una parte de las cuales se deben á la acertada dirección del sabio ingeniero D. Luis M. Vidal. La producción de las minas del grupo principal fué de 36174 toneladas en 1882 y de 45267 en 1885.

Junto al molino de Rocabruna, á una legua al NE. de la cuenca de San Juan de las Abadesas, hay un pequeño asomo hullero en que se trabajó una capa de borrasco ó pizarra fuertemente carbonosa.

Barcelona.

Asomos del culm en el Puchet y Vallcarca.—Confundidos con el siluriano, sobre cuyos filadios se apoyan, han estado largo tiempo algunos asomitos del culm, cuya clasificación cronológica hizo el P. Almera en 1889. Esta formación se descubre en la base oriental del Puchet hasta la riera de Cassolas, y cruza las calles de la Alegría y Concordia, de Gracia. Se marca también detrás de los Jusepets en la calle de la Costa y Paseo de la Diputación, en cuyos extremos N. y O. la limitan las capas de dichos filadios muy levantadas. Se oculta desde ese punto hasta el lado N. de can Juliach de Vallcarca, en donde reaparece por el torrente de Nuestra Señora del Remedio, del Coll, y parte del de Paradís y de Carabassa, de Horta. «Así, agrega dicho geólogo (1), desde detrás de can Juliach corre su límite por delante del can Falcó; sigue por la ladera meridional del cerro de ese nombre; dobla el Coll por can Oliva; remonta al caserío de Nuestra Señora de Lourdes; continúa por can Morros, can Grau, fondo del Paradís, can Mas y Galup hasta can Nuevas ó Bacardí, á trechos oculto bajo travertinos cuaternarios. Desde el fondo del Paradís dobla por las inmediaciones del Santuario del Coll, donde tiene un tinte rojo parecido al de la pudinga triásica; sigue por detrás de can Mora, con un color morado hasta unos 100 metros del Coll de la Font den Xirot, de donde sigue á la cima del cerro de can Solá, pasa por el bosque de can Ventosa y termina en el fondo del valle, cerca de la antigua venta de la Farigola.»

También asoma el culm en la falda meridional de la montaña Pelada y de Mont Baró, cerca de la calle de la Salud, de Gracia; en la del Alegre de Dalt y de las Camelias, ó sea desde el N. del can Toda hasta el extremo del cal Cipreret.

(1) *Descubrimiento del carbonífero inferior ó culm en el Puchet y Vallcarca*, *Crón. cient. de Barcelona*, tomo XII, pág. 393.

Estos asomos, cuyo espesor no pasa de 15 m., se componen de grauwacka de elementos muy desiguales, en unos sitios microscópicos y parecida á una greda sabulosa con abundancia de restos vegetales; en otros tan voluminosos, que pasan á una pudinga. Generalmente se apoya sobre los filadios silurianos; pero en el can Morros, por el lado de Horta, se halla en contacto con un lecho de caliza pardo-amarillenta. En los cerros de can Falcó y de can Mora se oculta bajo bancos de caliza dolomítica compacta, en cuyo contacto domina por las dimensiones de sus elementos de carácter pudinguiforme, con cantos de cuarzo negro, feldespato, caliza parda ó ferruginosa, granito, pórfidos, trozos de pizarra arcillosa y silícea de distintos colores, cimentados todos por arcilla silíceo-micáfera de variable consistencia. Sus colores son abigarrados, y cerca de la ermita del Coll, donde brota la Font Rubia, toma un tinte rojizo como las rocas del trías inferior, con cuales se había confundido.

Entre los restos vegetales descubiertos por el Sr. Almera, reconoció Saporta las siguientes: *Bornia radiata*, Brong. (*Calamites transitionis*, Goep. vel.; *Archæocalamites radiatus*, Stur.); *Calamites tenuissimus*, Goep.; *Archæopteris lyra*, Stur.; *A. pachyrachis*, Goep.; *A. Tchermaki*, Stur.; ¿*Schizopteris lactuca*, Presl. (1).

SEÑALES EN EL PLA DE AROLS.—Como exiguos restos de la prolongación de la cuenca de San Juan de las Abadesas, indicó Marés en el Pla de Arols una manchita constituída por lechos de pizarra arcillo-carbonosa, cuya clasificación en este sistema no pareció del todo justificada á los Sres. Maureta y Thos (2).

(1) *Crón. cient. de Barcelona*, tomo XIV, pág. 114.
(2) *Descrip. fís. y geol. de Barcelona*, pág. 251.

ARTÍCULO IV

REGIÓN CENTRAL

De igual modo que el devoniano, asoma por el centro de la Península con exiguas superficies el carbonífero, reducido á pequeñas manchitas que apenas suman 151 km. cuadrados de extensión, correspondiendo 72 á Burgos, 40 á Ciudad Real y el resto á Logroño, Guadalajara y Cuenca. Atendida su pequeñez, haré su enumeración al propio tiempo que se detallen sus caracteres, advirtiendo previamente que en las cinco provincias el sistema sólo está representado por los tramos superiores, faltando en absoluto la caliza.

Burgos.

Cuenca de Juarros.—Si se atiende al Mapa general, tres manchitas constituyen la cuenca hullera de Juarros. La más occidental se despliega en arco desde San Adrián hasta cerca de Galarde, comprendida entre Urrez y Villorobe y entre Villasur y Uzquiza, limitada al N. y O. por el trías, á S. y E. por el siluriano y tocando en el mioceno su extremo septentrional. A corta distancia al E. de la anterior, limitada al N. por cuaternario, terciario y trías, y en los demás rumbos por el siluriano, se halla la segunda manchita en términos de Uzquiza, Alarcia y Valmala, estos dos últimos edificados sobre ella. La tercera, al S. de las dos anteriores, se extiende por ambas orillas del Arlanzón, encajada enteramente en el siluriano hasta más arriba de Pineda de la Sierra, edificado en ella. Esta distribución de las manchas hulleras difiere mucho de las que el Sr. Larrazet, que recientemente ha explorado el país, señala en sus *Notes stratigraphiques et paléontologiques sur la province de Burgos* (1), donde mar-

(1) *Bull. Soc. géol. France*, 3.ª serie, tomo XXII, pág. 366.

ca cinco manchitas. La mayor, limitada al N. y O. por el trías, al S. y E. por el siluriano, comienza por el N. entre Villasur y Uzquiza; de este pueblo desciende á Pineda, de donde vuelve al O. hasta cerca de Matalindo, pasando cerca de Urrez hasta terminar en Villasur con una extensión de 60 km. cuadrados. Al Levante de esta mancha hay otra muy pequeña en Alarcia y otra alargada entre Valmala y Santa Cruz del Valle, ambas limitadas al N. por el trías y al S. por el siluriano. Las otras manchitas, también muy diminutas, se hallan al E. de San Adrián y al SO. de Brieva, muy próximas entre sí, en el remate occidental de la gran mancha siluriana, confinando con el trías.

Según las observaciones de los ingenieros Sampayo, Aranzazu y Zuaznavar [1], la composición de esta cuenca es idéntica á la de las otras de Castilla, de las que parece ser un resto respetado por la denudación de una gran mancha en otro tiempo unida. Alternan repetidas veces las pizarras arcillosas y las samitas, predominando éstas en la parte superior con abundancia de restos vegetales.

Tales samitas son muy consistentes en San Adrián y Urrez; blandas en Brieva y Villasur, intercalándose un conglomerado muy duro.

Varían mucho sus condiciones estratigráficas, pues hay puntos en San Adrián donde las capas están horizontales ó inclinan suavemente al O.; en Brieva oscilan entre 15 y 20°, buzando del O.SO. al S.SO.; la inclinación es de 30° O.SO. en Santa Cruz, y en Urrez de 20° NE.; en Alarcia se alinean casi verticales de N. á S.; en Valmala una de carbón ensanchada hasta 1^{m},50, inclina 50° O.NO.; en Pradoluengo otra de 0,60, 50° S.; en Pineda 40° SE. otra de 0,80, que en Villasur se tiende á 25° SO. Tales diferencias se deben á frecuentes dislocaciones y fallas que recortan y aislan diversos fragmentos de la cuenca.

Posteriormente á tales observaciones de carácter general, el se-

(1) Bol. Mapa geol., tomos I, III y IV.

ñor Larrazet detalló otras circunstancias dignas de tenerse presentes, considerando tres regiones ó grupos distintos (1).

Grupo oriental.—Consta de dos cuenquecitas situadas en la falda septentrional de la sierra siluriana de la Demanda, y son las de Valmala y de Alarcia.

La primera mide 5 km. de largo y uno de anchura media entre Santa Cruz del Valle y de Valmala, alineada de E. á O., compuesta de la alternación de pizarras, areniscas y pudingas sumamente dislocadas. Las pizarras negruzcas arcillo-carbonosas se dividen en hojas delgadas, son muy pobres en carbón y contienen varios restos vegetales del hullero superior; las pudingas son esencialmente cuarzosas; las areniscas, más ó menos micáceas, á veces negruzcas, se dividen en hojas de 3 á 20 cm. de grueso. Inferiores á esas rocas, á 400 m. O.NO. de Valmala asoman otras pizarras y areniscas, en que primero Verneuil (2), y después el Sr. Larrazet, encontraron por el camino de Pradoluengo restos de un *Spirifer*, del tramo dinantiense, afirma el segundo.

Con idéntica composición, la cuenquecita de Alarcia es más rica en capas de carbón, habiéndose encontrado en sus pizarras *Cordaites lingulatus*, Graud' Eury; *Sphenopteris chærophylloides*, Brong.; *Dictyopteris Brongniarti*, Gutb.; *D. Schutzei*, Roem.; *Leiodermaria spinulosa*, Germ.; *Calamites Suckowi*, Brong.; *C. Cistii*, Brong.; *Asterophyllites*, *Tylodendron* y *Stigmaria* indeterminados.

Grupo central.—Es el más importante, y se extiende por el término de Pineda, entre este pueblo y Villasur de Herreros y al E. de Matalindo. En Pineda está constituído por areniscas arcillosas micáferas abigarradas, pizarras negruzcas con vegetales y pudingas, algunos de cuyos cantos cuarzosos llegan á un decimetro cúbico. Sus capas alinean lo mismo que las cuarcitas y filadios silurianos que las limitan, pero reducida su inclinación de 15 á 45° S.SO. A 2 km. al E.SE. de Matalindo, por el camino de Pineda, en el contacto de

(1) *Recherches géologiques sur la region orientale de la province de Burgos et sur quelques points des prov. d'Alava et de Logroño*, pág. 52.

(2) *Bull. Soc. géol. France*, 2.ª serie, tomo X.

ambos sistemas, se observa un cambio de buzamiento al O.NO. con más fuertes inclinaciones.

La mayor anchura del hullero alcanza á 10 km. entre Pineda y Villasur; y como sus altitudes están comprendidas entre 1250 y 1450, y pasa de 2000 la del macizo siluriano que se alza más al O., supone el Sr. Larrazet que aquel sistema se hundió á lo largo de una falla, notándose además que por esta parte se desvia el buzamiento entre el O.SO. y el O.NO., al propio tiempo que sus areniscas son menos arcillosas y los bancos de pudingas más potentes. A 5 km. al NO. de Pineda se ve claramente la alternancia de lechos de hulla con bancos de areniscas, algunas de las cuales tienen el aspecto de otras triásicas que pudieran confundirse con éstas, inclinando 15° O.SO. En orden ascendente se suceden los siguientes estratos, sumando un espesor de $15^m,60$:

1.—Pizarras con impresiones vegetales...............	$0^m,20$
2.—Arenisca micácea negruzca ó amarillenta..........	$0^m,50$
3.—Arenisca agrisada con impresiones vegetales........	$1^m,30$
4.—Arenisca abigarrada compacta y muy dura.........	$2^m,00$
5.—Samita negruzca, gris y amarillenta..............	$0^m,50$
6.—Arenisca abigarrada compacta y dura.............	$2^m,50$
7.—Arenisca dura pizarreña con impresiones vegetales..	$2^m,50$
8.—Pizarras con vegetales de la parte más alta del hullero.	$0^m,50$
9.—Samita negruzca en hojillas delgadas..............	$0^m,50$
10.—Arenisca abigarrada compacta, muy dura y tabular..	$3^m,90$
11.—Arenisca abigarrada tabular.....................	$0^m,80$
12.—Arenisca gris pizarreña........................	$0^m,60$

Entre Villasur y Uzquiza se intercalan entre esas capas otras de pudinga, y á 800 m. al E. de Villasur, á la izquierda del Arlanzón, se investigó hace tiempo una de hulla, junto á la cual se hallan *Calamites dubius*, *Pecopteris abbreviata*, *Lepidodendron* y otros restos vegetales. Continuando más al E., por debajo de las areniscas triásicas yacen las siguientes:

1.—Areniscas grises micáceas, divisibles en lechos de 0m,50.
2.—Pizarras arcillo-carbonosas.
3.—Masa de pudingas de más de 30 m.
4.—Alternancia de gruesos bancos de pudinga cuarzosa con arenisca de granos blancos y negros, quebradiza, y áspera al tacto, divisible en lechos delgados, teñida de rojo y amarillo.
5.—Pizarras negruzcas con impresiones vegetales.

Contando con una inclinación de 40° término medio, el espesor total de esta serie es de 270 m.

Grupo occidental.—Comprende varios islotes apoyados sobre el siluriano en Brieva y San Adrián de Juarros, entre cuyos dos pueblos las pizarras y areniscas alternantes inclinan 30° N.: A 3 km. al E. del segundo abundan los restos vegetales del hullero superior, en contacto de las capas de hulla anteriormente reseñadas, y entre aquéllos se han determinado los siguientes: *Calamites Suckowi*, *C. approximatus*, *C. dubius*, *C. Cistii*, *C. cannæformis*, *Sphenophyllum emarginatum*, *S. erosum*, *Sphenopteris Schlotheimii*, *Neuropteris gigantea*, *N. flexuosa*, *Pecopteris arborescens*, *P. Miltoni*, *P. polymorpha*, *Dictyopteris Brongniarti*, *Lepidodendron dichotomum*, *L. aculeatum*, *L. rimosum*, *Knorria imbricata*, *Lepidophloios rimosum*, *L. laricinus*, *Sigillaria Goeteri*, etc.

En una zona de 54 m. de anchura se cuentan cuatro capas de carbón: las dos primeras de hulla seca, de llama larga; las otras dos algo grasas: sus espesores varían entre 20 y 55 cm., y en los sitios en que pasan de un metro, se intercalan en ellas diversos lechos pizarreños. El carbón de San Adrián es más duro que el de Brieva y Villasur. El de la segunda capa, sita á 25 m. de la primera, tiene 57 por 100 de carbón, hasta 30 de cenizas y 12 de materias volátiles; éstas varían de 16 á 21 en la tercera, distante 45 m. de la primera, y llegan hasta 30 en la cuarta, que sólo contiene de 5 á 6 por 100 de cenizas, y que con un espesor de más de 1 m. en algunos parajes, reaparece en la manchita meridional cerca de Pineda.

A partir de 1844, en que se empezó á trabajar en esta cuenca, las

cuatro capas han sido objeto de diferentes explotaciones, de cierto en cierto tiempo interrumpidas.

Logroño.

Limitadas al N. por conglomerados y areniscas miocenos, y al S. por calizas triásicas, asoma una fajita hullera al S. de Préjano y otra al S. de Turruncún, que juntas no miden más de 16 km. cuadrados; y á pesar de sus exiguas dimensiones, pues en pocos sitios llegan á 800 m. de ancho, se estima su espesor en 600, constituyéndolas rocas idénticas á las de la cuenquecita anteriormente enumerada. Predominan las areniscas en sus dos variedades arcosa y samita, ésta de grano fino, con frecuentes tránsitos á la pizarra arcillosa, generalmente parduzca. Las arcosas son á veces blancas, pero casi siempre tienen colores parduzcos y rojizos; en muchos puntos presentan nódulos ferruginosos de estructura concéntrica que llegan hasta 30 cm. de diámetro, y con ellas alternan pudingas de granos de cuarzo blanco, mezclados con trocitos redondos de hematites roja, cimentados por una pasta arcillosa desmoronadiza.

Se descubrieron hasta 13 capas de hulla; pero sólo dos parecen explotables. El combustible es graso y piritoso en diversos grados; según su procedencia, en sitios le impregnan vetas de caliza espatizada; en otros lleva algo de cuarzo blanco, acompañado de clorita, y aunque en corta cantidad también venillas de yeso agrisado, procedente de los terrenos más modernos que limitan el sistema.

Cerca de Préjano, á la derecha del baranco San Juste, poco antes de su confluencia con el Gollizo, asoman cinco capas, cuyos espesores varían entre 30 cm. y 2 m., separadas entre sí por espacios de 14, 10, 27 y 25 m. respectivamente. Una muestra procedente de la antigua mina *Morena* (1) acusó 53,50 por 100 de carbono, 40 de

(1) Urrutia, *Datos geológico-mineros de la provincia de Logroño*. Boletín Mapa geol., tomo V, pág. 317.

substancias volátiles, 6,50 de cenizas y 6380 calorías. Otra muestra del mismo término dió respectivamente 50, 35, 15 y 6110 calorías, y otra de la mina *Santa Isabel* rindió 46,21 de carbono, 43 de substancias volátiles, 10,79 de cenizas y 5190 calorías. Estos carbones arden con llama larga, son algo menos piritosos que los de Turruncún y producen 60 por 100 de cok, término medio.

Las capas aparecen bastante dislocadas; pero de un modo general buzan al S. 20° O., con inclinaciones que varían entre la vertical y los 40°. Al S. de Préjano, las más altas en contacto de las carñiolas triásicas inclinan 65° al O. 30° S., y los conglomerados inmediatos al terciario cortados por el barranco de la Yasa, cerca de Turruncún, se dirigen al S. 40° E. casi verticales ó muy inclinados al SO.

Los restos fósiles recogidos en esta cuenca corresponden á las especies *Pecopteris arborescens*, Schlot.; *P. alethopteroides*, Grand' Eury; *P. Mantelli?*, Brong.; *Mariopteris nervosa*, Brong. sp.; *Eremopteris artemisiæfolia*, Schimper; á un *Aleptoteris* y varios *Calamites* mal conservados, correspondientes á la parte más baja del hullero superior.

Guadalajara.

CUENQUECITA DEL JARAMA.—Apenas llega á 2 km. cuadrados la extensión de la cuenquecita del Jarama, reducida á tres menguadas manchitas de escaso interés industrial. La mayor ocupa, al O. de Valdesoto, el fondo y las laderas del barranco Palancar, rodeada de siluriano; en la confluencia del arroyo de las Huertas existe la segunda, tocando al S. con el cretáceo, al N. de Bonaval, muy próxima á Retiendas, entre cuyo pueblo y Tamajón, cerca de la izquierda del Jarama, se manifiesta la tercera bajo el cuaternario.

Escasamente llega á 20 m. el espesor que en ellas tiene el hullero, representado en Retiendas por areniscas micáferas ó samitas amarillentas directamente sobrepuestas á las pizarras silurianas. Como base de la formación, se descubre en algunos bancos que afluyen al Palancar, al NO. de Valdesoto y en las cercanías de Bonaval,

un conglomerado brechoide, gris azulado con manchas rojizas y moradas, de cantos de cuarzo y trozos pequeños de pizarra, acompañado de arcilla carbonosa pizarreña, al que siguen areniscas de grano grueso, cubiertas á su vez por otras agrisadas micáferas, y dos lechos de carbón que apenas pasan de 10 cm. de espesor si se prescinde de un corto trecho en que llegan á 50. Hay también algunos lechos de arkosa que varía de colores, del blanquecino al amarillo rojizo y pardo negruzco, alternante con otros de metaxita deleznable en Tortuero y cerca de Bonaval. Inclinan las capas en Valdesotos 30° S.SE.; en el Monte de las Majadas, 38° S.; á la izquierda del arroyo Arremojón se reduce á 10 m. el espesor de las areniscas, y por la orilla opuesta asoman los lechos de hulla inclinados 10° S.

La hulla de esta cuenquecita es bastante grasa; desaparece con frecuencia, y en el arroyo Manzano se reduce á pizarras bituminosas que tienen la propiedad de arder, y que ensayadas hace treinta años para aprovechar sus aceites por destilación, acusaron la composición siguiente: carburo de hidrógeno líquido, 15 por 100; ídem volátil, 3; agua, 12; residuos fijos, 70.

Los Sres. Donayre, Palacios y Castell (1), que sucesivamente visitaron esta cuenca, hallaron las especies siguientes: *Annularia longifolia*, Brong.; *Pecopteris Miltoni*, Artis; *P. arborescens*, Br.; *Alethopteris aquilina*, Schl.; *Sigillaria reniformis*, Br.; *S. Groteri*, Stern.; *S. intermedia*, Br.; *Calamites pachyderma*, Br.; *C. Cistii*, Br.; *Lepidodendron rimosum*, Stern.; *L. Sternbergii*, Br.; *Lycopodites selagenoides*, Stern., correspondientes al hullero superior.

Cuenca.

MANCHITA HULLERA DE HENAREJOS.—En la reducida extensión de 7 hectómetros, con capas discordantes sobre las devonianas en que se apoyan y las triásicas que se sobreponen, asoma una manchita hu-

(1) BOL. Mapa geol., tomo I, pág. 269; tomo VI, pág. 339; tomo VIII, página 182.

llera en el valle de los Castillejos, á 9 km. al S. de Henarejos, constituída en su parte inferior por pudingas, samitas de grano grueso y areniscas grises, fino-granudas, con hojuelas de mica blanca y manchas carbonosas que á veces contienen dispersas algunas guijas de cuarzo como las de pudingas.

Asoman en la parte alta las pizarras arcillo-carbonosas, micáceas, en ocasiones calíferas y manchadas por pirita de hierro, intercalándose entre ellas cinco lechos de hulla. No son raras entre las samitas y pizarras las concreciones esferoidales de siderosa é hidróxidos de hierro, algunas hasta de 50 cm. de diámetro, encerrando en su centro nódulos de aragonito y hasta cristales de cuarzo hialino.

Puede evaluarse en unos 80 m. el espesor medio de esta manchita, más de la mitad correspondiente á las capas sabulosas en que no existe combustible, habiéndose hallado entre las pizarras las siguientes especies del hullero medio y del superior: *Calamites Suckowi*, Br.; *C. cannæformis*, Br.; *Calamocladus longifolius*, Br.; *Neuropteris acutifolia*, Br.; *Pecopteris Miltoni*, Br.; *Alethopteris aquilina*, Schlot. sp., además de otras de los géneros *Pecopteris*, *Sigillaria* y *Lepidodendron*.

Discordantes sobre los devonianos, que muy levantados se alinean N. á S., los hulleros se dirigen al E. 20° N., con inclinaciones que por el lado del N. descienden de los 35° á la horizontal, mientras que á la izquierda del arroyo se marca un eje anticlinal y presentan mayores pendientes al S. Por este lado la hulla se reduce á dos capitas que apenas suman 75 cm. de espesor; pero en la margen septentrional del arroyo está mejor caracterizado el sistema, observándose cinco lechos cuyo grueso varía de 10 cm. á 1^m,40, sumando un total de 4 m. Adviértase, sin embargo, que la hulla es en gran parte pizarreña y terrosa, con bastante pirita, y sólo en la capa más gruesa existe la grasa, propia para cok. Algunas muestras tomadas del interior de la mina produjeron hasta el 80 por 100 de cok excelente, desarrollando 6916 calorías, siendo el contenido de ellas de 76,30 por 100 de carbón, 19,70 de materias volátiles y 4 de cenizas. Otra muestra procedente de la galería principal tenía respectivamente 64, 33 y 3.

Advierte el Sr. Cortázar [1] que si la cuenca de Henarejos ha de tener importancia industrial, es preciso que por bajo del trías de las márgenes del Castillejos las capas de carbón, tan quebradas y delgadas en la superficie, se encuentren á mayor profundidad, con mejores condiciones de yacimiento y composición. Con arreglo á esa idea, lo mismo que se ha hecho en otras cuencas, se emprendieron varios sondeos desde 1862 en las cañadas de Agua Dulce y del Peral, donde avanzaron hasta 163 m. de profundidad, sin resultados definitivos, como tampoco los dió el que comenzó en 1878 en el arroyo de los Castillos.

En este último punto, como en la distancia de 25 m. descienden las rocas carboníferas á la profundidad de 50, se puede suponer un pliegue muy pronunciado en sus estratos, ó que existe una falla cuyo salto se acerca á esos 50 m. Así debe ser, pues en cortos trechos se midieron ángulos de 10 á 40° para las líneas de máxima pendiente desviadas hasta 15°, en sitios al E. y en sitios al O. Además, por todas partes se notan fuertes y numerosos pliegues y saltos que produjeron lisos y estrías de resbalamiento.

Tratándose de encontrar la continuación de las capas de hulla por bajo de las rocas triásicas, se deberían colocar los sondeos más al Mediodía del punto en que afloran aquéllas, y no al N., como se hizo en un principio, pues de esta última manera sólo se penetra en las areniscas de la base desprovistas de carbón.

Agrega, por fin, el Sr. Cortázar que si bien el carbón no debe faltar en profundidad, á causa de la poca coherencia de las rocas hulleras, exigiría aquél para su arranque grandes gastos de fortificación; y teniendo en cuenta además la permeabilidad de las areniscas triásicas que se alzan sobrepuestas hasta más de 800 m. sobre la vaguada del arroyo, los gastos de desagüe habrían de ser muy considerables relativamente á la riqueza de la cuenca.

(1) *Cuenca de Henarejos*. Bol. Mapa geol., tomo X, pág. 158.

Ciudad Real.

Cuenca de Puertollano.—A pesar de su favorable situación para ser reconocida y estudiada fácilmente, hasta 1873 no se descubrió á corta distancia al S. del pueblo la cuenca hullera de Puertollano, que por su proximidad á la vía férrea de Badajoz y ser la menos distante de Madrid, ha sido investigada y trabajada con excepcional actividad en estos veinte años últimos. A lo largo del Ojailén, alineada de E. á O., mide 22 km. de largo con un ancho medio de 2, si bien en su parte central tiene más de doble, hallándose limitada al N. por crestas de cuarcitas silurianas que inclinan 45° S. en la sierra de Santa Ana y 70° N. en el lado de la Alcudia.

Los cuatro caracteres distintivos de esta cuenca son los siguientes: 1.° Se oculta casi enteramente bajo un espeso manto de acarreo que impide su examen superficial, y por el cual se explica la tardanza de su descubrimiento. 2.° Se apoya directamente sobre las cuarcitas silurianas, sin intermedio de la caliza carbonífera ni del devoniano. 3.° Sus estratos encajan con pequeñas inclinaciones, suavemente ondulados, en amplios espacios casi horizontales. 4.° Acompañan y desgarran á sus capas diferentes islotes basálticos, alineados de E. á O. paralelamente á la cuenca. Esta última circunstancia es exclusiva de Puertollano entre todas las de la Península, pues si bien existen rocas eruptivas en varias de Asturias y en San Juan de las Abadesas, son en éstas de mayor antigüedad y de caracteres distintos. En la cuenca de Bélmez, sin embargo, encontraremos ciertas analogías en este punto. Tales basaltos no produjeron alteraciones grandes en la estratificación; pero sí dislocaciones parciales, según luego se detallará.

El manto de acarreo, que casi enteramente oculta los estratos, se compone principalmente de tierras rojas con abundancia de cantos de cuarcita desgajados de las sierras silurianas, y justifica el gran nú-

mero de sondeos efectuados en la cuenca, no todos de satisfactorios resultados.

Según los verificados en la mina *Asdrúbal*, hasta los 180 m., fuera de las dos capas próximas á la superficie, sólo se encuentran lechos excesivamente delgados. El pozo *Hilarión* de la misma cortó entre los 50 y 55 m. dichas dos capas, habiendo atravesado en sus 60 de profundidad los siguientes estratos (1): tierra vegetal, 1,25; arcillas y areniscas cuaternarias, 2,40; pizarras hulleras, 6,85; borrasco carbonoso, 0,40; pizarras cuarzosas, 10,05; carbón emborrascado, 0,66; pizarra arcillosa, 7,49; carbón puro, 0,10; arcilla, 0,10; carbón puro, 0,05; pizarras arcillosas y areniscas, 19,75; carbón puro, 0,25; arenisca pizarreña, 0,25; carbón puro, 2,50; arenisca pizarreña, 1,70; carbón puro, 0,35; pizarras y areniscas, 5,85. Depositados los bancos en lentejones de variados gruesos, los lechos inmediatos á la capa principal, en la mina *Aurora*, suman un espesor de 5 m. divididos en dos fajas por otra de pizarra de 0,40.

En el pozo nombrado *San Emilio*, de la mina *María Isabel*, se cortó la capa principal con 2,40 de carbón bueno, 1 de pizarra y otros 2 de borrasco, estrechando todas más hacia el N. Obsérvanse por este lado oriental de la cuenca diversas irregularidades causadas unas por la desigual repartición de los sedimentos durante la época hullera, motivadas otras por la influencia de las emanaciones basálticas que en la misma cuenca asoman en pequeños cerritos sobre la derecha del Ojailén. Al reducirse á la mitad de su espesor las capas de carbón en la *María Isabel*, se intercala entre ambas un banco de arenisca cuyos gruesos varían entre 0,50 y 0,80. En la galería número 6 de la misma mina se observan intercalaciones de tierras arcillosas basálticas diversamente ramificadas, reducidas por la descomposición á un barro plástico, agrisado y blanquecino que se deshace entre los dedos. Estas tierras basálticas estrecharon considerablemente las capas de carbón y produjeron en ellas y en las are-

(1) Massart, *Cuenca carbonífera de Puertollano*. *Rev. Min.*, B, tomo IV, pág. 346.

niscas del techo varios saltos y desgarres de pequeñas longitudes.

Los sondeos y las labores efectuados en estos veinte años últimos han dado á conocer que la cuenca se compone de tres zonas diferentes: una superior, en gran parte explotada; otra media, reconocida principalmente por los trabajos de *La Mejor de Todas*, y otra inferior á la máxima profundidad de 200 m. á que llegaron los sondeos. Prescindiendo de ciertas ondulaciones y roturas parciales que se marcan en cortos trechos junto al pozo núm. 3 de la citada mina, y en las tejerías próximas á la población en el ángulo NO. de la misma, y prescindiendo también de algunos trastornos estratigráficos de pequeña extensión causados por los basaltos, las tres zonas están dispuestas en casquetes concéntricos cuya concavidad mira al exterior en forma de fondo de barco.

Zona superior.—Figura un óvalo comprendido en las minas *Asdrúbal*, *Terrible 2.ª*, *María Isabel*, *Aurora*, *Extranjera*, *Perseverancia*, y el extremo SO. de *La Mejor de Todas*, donde radican sus pozos 1 y 2. Las tres últimas están cruzadas por el Ojailén, y las restantes radican sobre su derecha, donde se encuentran las principales labores sobre la capa mayor, á la que se llegó á los 60 m. en el pozo *Santa María* de la *Asdrúbal;* á los 50 en el *San Hilarión* de la misma, correspondiendo unos 100 en el pozo de la *Argüelles*. El *Emilio* de la *María Isabel*, la encontró á los 65; el *San Juan* de la *Extranjera*, á los 77; el *San Vicente*, de la misma, y el *Santo Domingo*, de la *Perseverancia*, á los 42. Más bien que al relieve del suelo, con muy poco declive hacia el Ojailén, contribuyen á esas diferencias de profundidad las distintas inclinaciones de la capa, que yace horizontal en el centro y se levanta gradualmente con suaves pendientes y opuestos buzamientos en sus bordes.

Generalmente varían entre 1 y 2m,40 los espesores de la capa principal, cuyo carbón llega á 9 por 100 de cenizas por término medio, aunque es muy puro en diferentes secciones. Corresponden los mayores á la parte meridional de la zona, y los menores á la septentrional, observándose diversos resaltos y estrecheces; pero sin fraccionarse la capa por verdaderas fallas. Una línea, no de fractura,

sino de brusca disminución de espesor, que baja de 2 m. á 1,60, cruza la *María Isabel* y sus colindantes de NO. á SE.; otra estrechez hay á 200 m. más al SE. por la intrusión de un banco de arenisca de 0,50 á 0,80 de grueso, que rebajó en otro tanto el espesor de la capa explotable, y todavía en el extremo SE. de la citada mina existe otra tercera angostura causada por una faja de arcilla blanca, en cuyo contacto disminuyó el grueso del carbón en espacios irregulares.

La aparición de los basaltos produjo esas perturbaciones que no pueden compararse con las grandes dislocaciones y fracturas de otras cuencas hulleras, donde es regla general que los estratos estén fuertemente inclinados y segmentados por numerosas fallas. En la de Puertollano las inclinaciones de las capas en varios sitios pasan de 30°; por largos espacios están comprendidas entre 5 y 10, y son casi nulas en el fondo del barco con que suavemente se encorvan. Tan débiles pendientes permiten la explotación de todas las minas por el sistema sencillo y económico de huecos y pilares.

Las rocas basálticas que se alzan sobre el suelo de los cerros de la Valona y Los Castillejos penetraron suavemente entre los bancos hulleros, transformadas ó descompuestas en tierras arcillosas blanquecinas ó grises, sumamente plásticas, sin alterar la marcha general de la capa que hoy se explota. Así se ve en los confines de la mina *Asdrúbal* y de la *Terrible* 2.ª, donde aquéllas atraviesan á ésta en un grueso de 0,80, según el corte de la galería, en la cual son bien perceptibles tales tierras, cuyo aspecto es el de un pórfido, y al propio tiempo tan blandas que se deshacen entre los dedos.

Dos caracteres conserva invariablemente la capa principal en todas las concesiones donde se ha reconocido. En primer lugar se incluye en ella, á una distancia de 0,25 á 0,30 de su muro, una capita muy delgada, pues apenas pasa de 0,05 de arenisca con pirita de hierro, que por su color más claro se distingue en las labores subterráneas á manera de cinta, y en segundo lugar acompaña con igual constancia á la principal otra de carbón muy puro de 0,08 á 0,10 de grueso á unos 0,30 por encima del techo. Este consiste en pizarras

arcillosas de que se han recogido en varios sitios algunos vegetales fósiles, propios del hullero superior.

Debajo de la capa explotable y separada por una faja de pizarras arcillo-carbonosas, otra de carbón impuro se subdivide en varios lechos por otros de borrasco ó pizarrilla arcillo-carbonosa, por regla general tan excesivamente abundante que la hace inaprovechable. En la terminación meridional de esta zona superior ambas capas, espaciadas de 0,30 á 0,40, se aproximan hasta reunirse en un solo cuerpo, como sucede en la mina *Aurora*, donde suman un espesor de 5 m., en su mayor parte explotables, y de los cuales corresponden 2,80 á la superior.

No baja de dos millones de toneladas la cantidad de carbón encerrado en esta zona superior, teniendo en cuenta que el espesor medio de la capa explotable es cuando menos de 2 m., y una pequeña fracción de esa suma corresponde al extremo SO. de *La Mejor de Todas*, donde se calcula un total de 15 á 20000 toneladas.

La pequeña profundidad á que se encuentra la capa principal y la firmeza del terreno en que se presenta á causa de su pequeña inclinación y de la dureza del carbón, permiten una explotación económica con exiguo gasto de madera, pues las galerías generales y de recorte de los tajos en muy pocos sitios necesitan entibación. Unicamente el arranque de los macizos exige algunos estemples, el 90 por 100 de los cuales vuelve á extraerse al efectuar la labor en retirada.

Zona media.—Las labores de esta zona son mucho más escasas que las de la superior, por cuyo motivo no se halla suficientemente conocida y sólo podemos guiarnos por los sondeos de las minas *San Vicente*, *Balmes* y *La Mejor de Todas*, y por las labores todavía poco desarrolladas de la última.

El sondeo de la *San Vicente*, después de atravesar 70 m. de terreno estéril, cortó en los 7 siguientes tres capas de carbón: la superior de 2,40 de grueso, la del medio de 1,20 y la inferior de 1, ó sean en total 4,60, separando á la 1.ª de la 2.ª un lecho de 0,60 de pizarra negra, y otro de 0,80 á la 2.ª de la 3.ª Estos resultados han sido satisfactorios; pero no lo fueron tanto los del pozo de la misma

mina que se abrió más al N. junto al borde septentrional de la cuenca, y, por lo tanto, á las cuarcitas que la limitan.

Si los datos recogidos son exactos, no indica más favorables condiciones el sondeo de la *Balmes*, que á los 35 m. de profundidad cortó una capa de 0,50, seguida de otra de igual espesor, pero de carbón descompuesto ó muy mezclado de arcilla. En los 5 m. siguientes sólo se hallaron lechos inaprovechables de carbón sucio y de borrasco entre pizarras grises y negras.

Aparte de su pozo núm. 3, los 13 sondeos de *La Mejor de Todas* dieron resultados muy diferentes. Los 5, 10 y 13 no cortaron carbon; los 1, 3, 6, 9 y 12 hallaron vetas inferiores á 0,50, y los otros cuatro acusaron capas de hulla con espesores dignos de atención. En el 4 se presentaron dos vetillas pequeñas, después una capa de 2 m. y luego otra de 1,50, separadas ambas por 1 m. de arenisca. A los 32 m. el 7 cortó carbón en un grueso de 3,30; el núm. 8 encontró á los 11 m. una de 0,90; pero más abajo sólo se acusaron lechos delgados entre borrascos, y por fin, el 11 á los 19 m. descubrió una de 2,41, seguida de dos pequeños lechos separados por pizarras.

Hubieran sido satisfactorios estos resultados si por labores interiores no se hubiese descubierto posteriormente que algunas de esas capas son prácticamente inaprovechables. Convertida en pozo de reconocimiento la parte inferior del sondeo 4, se vió que las dos capas que se juzgaron de carbón más bien se componen de repetidas alternancias de hulla y de rocas estériles. La superior á la capa de arenisca está formada de los elementos siguientes: carbón, 0,40; pizarras, 0,25; carbón, 0,66; pizarra, 0,10; carbón, 0,05; pizarra, 0,05; carbón, 0,015; pizarra, 0,03; arenisca, 0,02; carbón, 0,40.

En esta serie de lechos se suman, es cierto, 1m,81 de carbón; pero las cuatro intercalaciones estériles hacen desmerecer el valor del criadero, cuya explotación, por esmerada que se hiciese, habría de rendir una proporción de cribado mucho menor que en la capa principal, gruesa y limpia, que hoy se trabaja en la zona superior.

De menor valor es la capa inferior á la de arenisca, subdividida del modo siguiente: borrasco, 0,25; carbón, 0,25; pizarra, 0,10; car-

bón, 0,12; pizarra, 0,08; carbón sucio, 1,15. En tales condiciones puede juzgarse como inaprovechable.

En casi todas sus galerías, abiertas entre el pozo 3 y el de bajada de la misma mina, se observan interrupciones é intercalaciones de tierras gredosas basálticas con irregularidades y multiplicadas bifurcaciones entre los estratos. La proximidad de los islotes hipogénicos causó además dislocaciones y fracturas que no se hallan en las de la zona superior.

A los 42 m. de profundidad cortó el pozo 3 dos capas de carbón de poco más de 2 m. cada una, separadas por un lecho de 0,10 de greda, prescindiendo de varias vetillas carbonosas encontradas en sus 37 primeros metros, compuestos casi del todo de alternancias de pizarras y areniscas. En la galería núm. 2 que le une con el pozo de bajada, siguiendo la rampa que hay á continuación de éste, se pasan repetidas alternaciones de pizarras, areniscas y borrascos, y á los 35 m. de su fondo se penetra en un gredón brechoide y barroso basáltico, cuya aparición cortó la continuidad de la capa. Esto se reconoció en la galería núm. 9, á la que se llega por un pocillo de 2 m. que hay á la derecha de la galería 2 marchando hacia la 1. En la núm. 9 se encontró á la izquierda carbón; pero á la derecha desapareció el criadero.

Continuando el examen de S. á N., en la intersección del pozo núm. 3 con la galería núm. 1, se presenta de arriba hacia abajo la siguiente sucesión de capas: fajita de arenisca que separa las dos series de capas de carbón, 0,08; primera banda de carbón de la serie inferior, 0,37; borrasco, 0,53; pizarra, 0,06; carbón, 0,20; pizarra, 0,06; borrasco, 1^{m},00. En estas condiciones el criadero es inaprovechable por este lado,

Al N. del pozo de extracción, la galería núm. 1 aparece en sus comienzos más favorable; pero al terminar el plano inclinado baja rápidamente el techo del criadero que se anula, reducido á una simple guía de pizarrilla carbonosa, por la aparición en el muro de un banco de arenisca dura de superficie convexa.

Inmediata al pozo de extracción, y muy próxima al pocillo inte-

rior abierto para reconocer el sondeo núm. 4, arranca de la 2.ª la galería núm. 6, donde las capas inclinan de 5 á 15° NO., terminando en una comba por la intrusión de una brecha arcillosa rojiza que envuelve fragmentos de pizarra y de carbón, intimamente relacionada con las erupciones basálticas que claramente se manifiestan desde su cruce con la 2.ª en toda la galería 6.ª, blandas y descompuestas. Esa intrusión hipogénica produjo en las pizarras y en el carbón numerosas interrupciones y fracturas.

Perpendicular á la galería 6.ª por el costado oriental de las labores, está casi paralela á la 2.ª la núm. 7, en cuyo fondo se presenta ligeramente inclinada al S. la serie superior, compuesta de arriba para abajo con el siguiente orden: pizarras de techo, 0,70; carbón, 0,30; pizarra dura negra, 0,20; carbón, el más limpio del grupo, 0,70; pizarra compacta, 0,20; barro basáltico, 0,50.

Hacia el medio de la porción de galería al S. de la 6.ª se desgarran las capas en todos sentidos, habiendo trechos donde sus inclinaciones pasan de 45°; y en el cruce de la 7.ª con la 6.ª se muestran las mencionadas tierras basálticas naturalmente relacionadas con dichas fracturas y con un salto de 1,50 que se observa en el final de la 7.ª, ó sea en su sección septentrional.

La investigación de capas de carbón en la zona inferior, todavía inexplorada, pudiera aconsejarse á las empresas que con positivas utilidades benefician la capa superior, cuando sus campos de labor comiencen á agotarse.

En conjunto corresponde la cuenca al hullero superior, pues son de esta edad casi todas las especies siguientes encontradas en ella: ***Volkmania gracilis***, Stern.; ***Walchia piniformis***, Stern.; ***Calamites Suckowii***, Brong.; ***C. Cistii***, Brong.; ***Pecopteris arborescens***, Schl.; ***P. dentata***, Brong.; ***P. pteroides***, Brong.; ***Goniopteris elegans***, Brong.; ***Catenaria decorata***, Germ.; ***Sphenophyllum fimbriatum***, Brong.; ***S. emarginatum***, Brong.; ***Asterophyllites grandis***, Brong.; ***Sigillaria tessellata***, Brong., y ***Stigmaria ficoides***, Brong. Además de estas especies vegetales, se han encontrado restos de ***Actinocrinus***, ***Productus***, ***Orthoceras*** y de un pez de la familia ***Omphypteridæ***.

El carbón, bastante impregnado de pirita, es seco, de llama larga, propio para usos domésticos, fundiciones de plomo, hornos de alfarería y pequeñas industrias, produciendo de 6000 á 6500 calorías y de 10 á 20 y aún más por 100 de cenizas, según sus procedencias.

No hay datos seguros acerca de la cantidad total que pueda contener esta cuenca; pero sin duda alguna es inadmisible la cifra de 400 millones de toneladas que supuso el Sr. Pzibilla [1], quien calculaba nada menos que 2000 m. de espesor para el hullero de tan pequeña manchita.

ARTÍCULO V

REGIÓN MERIDIONAL

Mucho mayor interés tiene el sistema en esta región que en la anterior, tanto desde el punto de vista científico, cuanto industrialmente comparada, señalándose en primera línea la provincia de Córdoba y contando además con la muy importante de Villanueva del Río.

Córdoba.

La cuenca de Bélmez, su prolongación SE. hasta el Guadalquivir, y varias manchitas anejas de aquélla, sitas en el extremo NO. de la provincia, merecen ser detalladas con algún detenimiento, la primera por su importancia hullera, las otras por la novedad de los datos.

Cuenca de Bélmez.—La principal mancha carbonífera del Mediodía de España es la de Bélmez, muy notable por sus caracteres y muy importante por la producción de sus carbones. Su forma es la de una faja alineada de NO. á SE., veinticinco veces más larga que ancha,

(1) *Rev. Min.*, B, tomo VI, pág. 353.

pues en una longitud de 60 km. tiene una latitud media que apenas llega á 2400 m. Comienza su extremo septentrional en las inmediaciones de Fuente-Obejuna, en gran parte cubierta por tierras de acarreo en terreno llano, sin que hiciera sospechar su existencia afloramiento alguno de rocas del sistema en grandes trayectos, por los cuales cruzan capas de carbón de mucho interés. Por ese lado, hasta Peñarroya, su ancho es de 3 km.; pasa de 4 frente á Villanueva del Rey al S. de Bélmez, y antes de llegar á Sierra Palacios se estrecha rápidamente, reduciéndose á 800 m. entre Espiel y la sierra de su nombre, pasada la cual se difunde entre el estrato-cristalino en varias fajas secundarias por el término de Villaharta.

Se acomodan sus estratos á la alineación general del Guadiato, paralelamente al cual se marca una larga falla qne los separa del estrato-cristalino, ampliamente desarrollado más al O.

La mancha carbonífera de Bélmez es de las más completas de España, pues consta de tres elementos muy distintos en el reducido espacio de 144 km. cuadrados que ocupa: la caliza, el culm y el hullero propiamente dicho. Este último y la caliza se destacan en su suelo al primer golpe de vista por el contraste que hacen sus caracteres litológicos y el aspecto del terreno. El culm ó hullero inferior, desprovisto de carbón, queda á P. de los otros dos, y se confundió constantemente con edades más antiguas.

Caliza carbonífera.—No asoma en una serie continua desde el comienzo al final de la cuenca, sino en islotes y serrijones, imprimiendo al país los rasgos orográficos más salientes con cierto aspecto pintoresco muy diferente del resto de Sierra Morena. Por el extremo septentrional, entre Fuente-Obejuna y Peñarroya, asoman pequeñas manchitas que en junto no llegan á 2 hectáreas en el cerro de las Caleras y junto al Guadiato y el barranco de la Parrilla. Tocando á Bélmez por su extremo septentrional, el cerro del Castillo, que mide un diámetro de 840 m., se destaca sobre el hullero, distinguiéndose por su forma cónica desde largas distancias. Sin duda es la prolongación al SE. de otra mancha formada de la misma caliza en la sierra Boyera, que se eleva á 1 km. al O. de dicha villa en el

cuarto del Acebuchal, en contacto con una fajita de cuarcitas silurianas y areniscas calíferas devonianas que hace poco tiempo hemos encontrado. Entre sus bancos se observan muchos crinoides, el *Productus punctatus* y el *P. giganteus*, y algunas de sus oquedades y grietas están rellenas de tierras blancas y rojizas con fosforita ferruginosa de baja ley.

A 4 km. más al S. se levanta en el centro de la cuenca la Sierra Palacios, formada de tres picos desiguales con anchos comprendidos entre 200 y 500 m. en cerca de 2 km. de longitud; sigue á 2 km. al S. de Espiel la sierra de Nava Ovejo, más extensa que las anteriores, pues en una longitud de 5 km. mide la anchura media de 1500 metros, alcanzando también mayores altitudes; y por fin, más alejado del Guadiato, asoma otro islote importante, el del cerro Cabello, inmediato á la estación de la Alhondiguilla. Estos dos islotes separan la depresión de la Ballesta del valle del Guadiato, y las crestas peñascosas de sus cumbres se alínean en dos filas: una que se prolonga á la collada de la Estrella, y otra gradualmente más deprimida, que por los cerros de la Adelfilla une las cumbres de ambos.

A partir de Navacaballo se interrumpe la continuación de la caliza de montaña, que reaparece en dos filas de mogotes: una cerca de la vía férrea, entre la Alhondiguilla y el Vacar; y otra que asoma en varios puntos del término Villaharta, y que se enlaza por Pedriquejo con los afloramientos de San Francisco del Monte, Villafranca de Córdoba y Adamuz.

Aparte de esas dos filas hay otros islotillos, anejos de los que forman el cordón principal paralelo al eje de la cuenca. Uno asoma entre micacitas muy silíceas á 200 m. al O. del Guadiato, á corta distancia de la Casa Blanca, siguiendo el camino de la estación de Espiel á Villanueva del Rey.

Continuando este último, más cerca ya de la segunda población que de la primera, poco antes de llegar al Puerto de Gregorio, se alza un cerro alargado, compuesto de caliza de crinoides, que en la fractura fresca es casi negra, y contiene almendrillas de cuarzo de varios colores y algunas astillas de pizarra. Aunque parece ser car-

bonífera, no deja de recordar la devoniana de ciertos parajes, relacionándose con las pizarrillas verdosas del Culm por una roca intermedia que contiene nódulos calizos.

Semejante á la de igual edad de la región cantábrica en estas manchas, la caliza es de color claro algo azulado, compacta, de fractura astillosa y concoidea, muy tenaz, en ciertos sitios un poco silícea ó con nódulos silíceos, según se observa en las sierras Palacios y de Espiel, en muchos puntos de las cuales está fisurada y rellena en sus grietas por arcilla ferruginosa con señales de fosforita testácea y concrecionada, hace años arrancada entre sus vetas.

Las capas superiores de la sierra de Espiel contienen gran cantidad de crinoides y coralarios. En las inferiores abundan los braquiópodos, y entre ellos los siguientes: * *Rhynchonella pleurodon*, Phill.; * *Spirifer lineatus*, Mart. sp.; * *S. bisulcatus*, Sow.; *S. pinguis*, Sow.; * *Productus semireticulatus*, Mart. sp.; * *P. punctatus*, Martin sp.; *P. striatus*, Fisch.; *P. fimbriatus*, Sow., y *P. giganteus*, Mart. sp. De esta última hemos visto ejemplares de extraordinario tamaño en la sierra Boyera de Bélmez. Entre los crinoides abundan sobre todo los artejos del * *Poteriocrinus crassus*, Miller, asociado á placas y radiolas sueltas de un *Archæocidaris* parecido al *A. Munsterianus*, Kon., y á la *Fenestella retiformis*, Schlot., cuyos restos se hallan tanto en la sierra de Estrella como junto al Castillo.

Entre las diversas especies de coralarios de la caliza de la cuenca, la más abundante parece ser el *Lithostrotion Martini*, Edw. et H., encontrándose además *Zaphrentis cylindrica*, Scoul. sp.; *Z. Bowerbanki*, Mil. Edw. et H.; * *Amplexus coralloides?*, Edw. et H.; *Cyathophyllum Murchisoni?*, Edw. et H.

Las siete especies precedidas de un asterisco se encuentran en el hullero inferior (tramo de Lena, en Asturias, ó de Visé, en Bélgica), denotando el conjunto de su fauna que la caliza de esta cuenca no corresponde precisamente á la edad más inferior del sistema, ó sea á la caliza carbonífera de los cañones ó de las hoces, según Barrois, de la región cantábrica, sino al tramo que medió entre ella y la formación propiamente hullera de la Península. Es decir, que sus re-

laciones de edad son más directas con el Culm que con la división más inferior del carbonífero.

Por regla general los bancos de caliza de estos islotes inclinan fuertemente al SO. volcados sobre las pizarras y samitas hulleras, aparte de gran número de trastornos locales que en estas últimas y en las capas de combustibles se señalan con profusión. Relacionados con sus dislocaciones parciales asoman pequeños isleos de porfiritas y diabasas, tales como las del cortijo de la Torre y del extremo oriental de Navaovejo.

Al pie de la sierra de Espiel, 1 km. antes de llegar á la estación (km. 52), asoman numerosos diques de pórfidos feldespáticos descompuestos entre un pequeño asomo de micacitas sumamente dislocadas que con su aparición desgarraron los bancos carboníferos.

Por el lado opuesto de la misma sierra se destaca de cerro Cabello y Piedras Blancas un cordón de la misma caliza que mide entre 15 y 30 m. de anchura, encajado con los estratos invertidos entre el hullero y las cuarcitas silurianas, hasta que se restablece su posición en las inmediaciones de Villaharta, asomando lentejones aislados en las cercanías de los baños nuevos de Doña Elisa. A 2 km. á Poniente de éstos, en la Era del Rayo y la Nava del Molero, abundan los coralarios entre bancos que encierran también el *Productus giganteus*, Sow.

En la faja carbonífera que se prolonga desde la Alhondiguilla á la estación del Vacar asoman enclavados entre pizarras varios islotes de caliza á modo de lentejones que no es fácil sospechar si estarán unidos en profundidad ó son restos aislados de una zona en otro tiempo continua. En el km. 43 de la vía férrea se intercalan lechos de 30 á 90 cm. de caliza obscura con vetas blancas, granillos de arena y trocitos de crinoides; á 200 m. al E. del 39 aflora otro lentejón de caliza azulada, cuyos bancos buzan al SO., y en el 34 cruza el ferrocarril otra faja de calizas con crinoides, corales y vetas ferruginosas pardo-amarillentas.

Culm ó hullero inferior.—Se presenta el Culm por las márgenes del Guadiato, desde el pie de la sierra Boyera de Bélmez hasta las

inmediaciones del Castillo y estación del Vacar. En el Mapa general, lo mismo que en el croquis de mi *Reconocimiento geológico* (1), se marcó cambriana una fajita de 1 á 2 km. de anchura como límite occidental de la cuenca, por ciertas analogías de composición, formada de la alternancia, más de cien veces repetida, de unas grauwackas pizarreñas muy micáferas y de pizarras arcillosas de matices azulados y verdosos sumamente parecidas á las cambrianas.

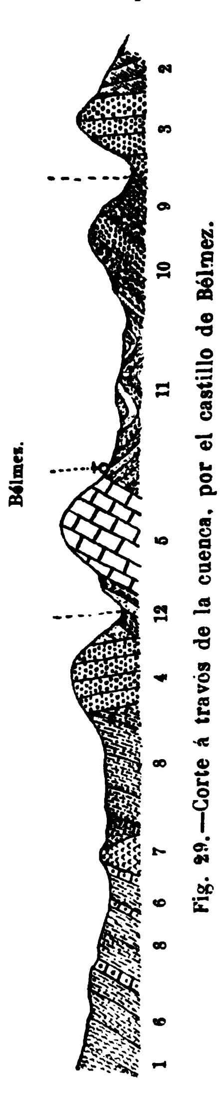


Fig. 29.—Corte á través de la cuenca, por el castillo de Bélmez.

Recorriendo en estos últimos años el país, he reparado que en las grauwackas se marcan ciertas impresiones vegetales muy delgadas semejantes á las de los calamites, y que los nudos y vetillas de cuarzo blanco lechoso que tanto abundan en el cambriano faltan aquí por completo. Confrontando además esas grauwackas muy micáferas gris-verdosas y las pizarras con las rocas del Culm de Huelva, se observa una identidad casi absoluta. Nada tiene de extraño, si realmente son de esta edad, que su determinación haya quedado tantos años indefinida ó mal apreciada, pues por un lado la carencia completa de carbón apartaba de esta faja las miradas de cuantos ingenieros examinaron la cuenca desde el punto de vista industrial, y por otra parte, los trastornos estratigráficos de todas las formaciones de esta zona de la provincia de Córdoba dificultaron fijar su verdadera posición en el orden cronológico.

Desde este punto de vista hay una circunstancia digna de aten-

(1) Bol. Mapa geol., tomo VII.

ción, cual es el contacto directo de esas capas del Culm con la caliza carbonífera de varios islotes reseñados. Esta faja del hullero inferior se apoya junto al Guadiato sobre la caliza con *Productus giganteus* de la sierra Boyera de Bélmez, y se desarrolla con notable anchura por el orden que se indica en la figura 29, siguiendo el camino de Doña Rama.

1.—Micacitas arcillosas blandas y lustrosas del estrato-cristalino, con intercalaciones de argilofiros brechoides, anfibolitas y pizarras silíceas y talcosas.

2.—Pizarras y filadios cambrianos invertidos sobre las cuarcitas.

3.—Cuarcitas silurianas, discordantes con la base del hullero, del que están separadas por una falla.

4.—Faja de cuarcitas silurianas, areniscas y calizas arcillo sabulosas devonianas y calizas carboníferas con *Productus* de la sierra Boyera de Bélmez.

5.—Caliza carbonífera del castillo de Bélmez en una gran masa ó lentejón.

6.—Caliza carbonífera en lechos delgados intercalados en el Culm.

7.—Dique de diabasa gris, amigdaloidea, con nódulos de caliza espática y costras de epidota, en un espesor de 50 m.

8.—Alternancia de pizarras azules y gris-verdosas del Culm, y grauwackas micáferas pizarreñas con vegetales fósiles, inclinadas entre 45 y 70° O.SO., sobre la derecha del Guadiato.

9.—Conglomerados cuarzosos de cimento rojizo de la base del hullero medio.

10.—Conglomerados cuarzosos de cimento gris y cantos desiguales, más inmediatos al carbón.

11.—Faja del hullero medio de pizarras, samitas, pudingas y capas de carbón.

12.—Rama de la parte superior del hullero medio separada de la anterior por la caliza 5 del castillo de Bélmez.

Con anchos comprendidos entre 1 y 2 km., esta faja del hullero inferior cruza próxima á la derecha del Guadiato, junto al islotillo de caliza de la Casa Blanca, al S. del camino de Espiel á Villanueva del Rey, hasta 200 m. al NE. de cuyo pueblo avanza. En el término de esta última se extiende ampliamente la misma formación, que continúa el Puerto Gregorio, donde dibuja varios plieguecillos anticlinales en contacto con el islotillo de caliza mencionado.

Continuando más al S.SE., en el cruce de la vía de Bélmez y del camino de Obejo á Villaviciosa, las pizarras y grauwackas, ó samitas micáferas gris-verdosas en fajas cien veces alternantes, se abren casi verticales con caídas rápidas al SO. y al NE., cubiertas á este lado por las pudingas hulleras, circunstancia que acredita su relación con el hullero medio de la cuenca; y todavía más adelante la faja se aparta cada vez más de la izquierda del Guadiato por la canal de Gamonosa, prolongándose por el ensanchado vallejo que marca el arroyo del castillo de Vacar. Por toda esta depresión se extienden las pizarras astillosas y grauwackas pizarreñas con fósiles vegetales, avanzando hasta los cerros del Álamo, dobladas en varios pliegues y predominando el buzamiento al SO. Las cruza normalmente el camino de Villaharta á Villaviciosa, entre la estación de la Alhondiguilla y el Guadiato, midiendo 1600 m. de ancho desde este río hasta la vía férrea, que las corta con dicho buzamiento en los kilómetros 48 y 49, y entre 100 y 300 m. al E. de ellos comienza la caliza de la sierra de Espiel. En el km. 50 se retuercen y desgarran en todos sentidos hasta su contacto en el 51, con un asomo de micacitas alternantes y entrecruzadas repetidas veces, con pórfidos feldespáticos descompuestos y terrosos pardo-amarillentos, pequeña representación del estrato-cristalino.

En los desmontes del km. 43 del ferrocarril de Córdoba á Bélmez, de 500 á 1000 m. al N.NE. de la Alhondiguilla, abundan los vegetales fósiles de los géneros *Archæocalamites*, *Pecopteris*, *Lepidodendron*, etc., en casi todas las capas que corta la vía en más de 200 m.

Hullero medio.—Se acomoda á la alineación general de la caliza de montaña, desarrollado sin interrupción á izquierda del Guadiato

en la longitud de 60 km., desde las caleras que hay entre Fuente-Obejuna y los Blázquez hasta la Fuente Agria al S. de Villaharta. Su ancho es de 800 m. en la Cruz de la Ballesta, de 3 á 4 km. en el centro de la cuenca, no pasa de 2 entre Bélmez y Peñarroya, y disminuye gradualmente entre este pueblo y Fuente-Obejuna, acodándose al NO. Suponiendo un ancho medio de 2000 m., resulta una superficie de 120 km. cuadrados.

En conjunto se compone de pizarras arcillosas, samitas bastas y capas irregulares de carbón, alternantes con pudingas en su base, cuyo buzamiento es casi constantemente al SO., es decir, hacia el Guadiato. Con la falla á que se ajusta este río corresponden otras varias de menor entidad; y las roturas que á consecuencia de ellas dislocaron y desagregaron las fajas interrumpidas de caliza carbonífera, causaron varias intrusiones del hullero por bajo de esta última, según se observa en varios sitios. En la bajada al Guadiato desde Espiel, las samitas y pizarras anormalmente dirigidas de E. á O. é inclinadas 40° S., se ocultan, en parte, bajo aquéllas, y al E. del castillo de Bélmez se nota un hecho análogo. Las bruscas sacudidas que sufrió el carbonífero se muestran además en los conglomerados, que están casi verticales al SE. de la Alhondiguilla, al paso que en Espiel inclinan suavemente al SO., y de nuevo se levantan con buzamiento opuesto á la izquierda del arroyo Tamujar.

No hay en España cuenca comparable á la del Bélmez por el enorme desarrollo de los conglomerados; y uno de los parajes donde más claramente se muestran es por las márgenes del Albardado, en el extremo oriental de la formación. Siguiendo ese río en más de 2 km. por lo menos de la segunda mitad de su curso, sobresalen con inclinaciones variables entre 15 y 80° y un espesor de 600 m.

A 1 km. al NE. de Bélmez reaparecen entre las últimas algunos de esos conglomerados, los cuales se muestran en diferentes puntos de la cuenca en contacto inmediato con capas de carbón, y sobrepuestos á las areniscas blandas muy arcillosas se descubren al O. de dicha villa, á orillas del barranco Hondo, hasta su unión con el Guadiato, inclinados 45° O.SO.

Junto al camino de Bélmez á Villanueva del Rey, entre el Guadiato y el Fresnedoso, asoman bancos de pudinga con areniscas hulleras en contacto con el Culm que también siguen sobre la derecha del Fresnedoso 500 m., hasta una falla que los separa del estrato-cristalino. El ferrocarril de Bélmez á Córdoba, desde el km. 67 al 69, corta en ángulo recto esas mismas capas, distinguiéndose en las pudingas unas de cantos voluminosos y otras de guijo menudo, en las cuales no escasean las impresiones de *Calamites*, *Sigillarias* y *Stigmarias*. Frente al km. 68 cruzan los mismos bancos á la derecha del Guadiato.

Las pizarras arcillosas son en parte carbonosas, de color agrisado, en parte ferruginosas, pardo-amarillentas, intercalándose además lentejones irregulares de hierro carbonatado litoide, con espesores variables que rara vez llegan á 1 m., gredas plásticas azuladas y areniscas micáferas con granos feldespáticos blanquecinos.

La principal riqueza de la cuenca se halla entre Espiel y Peñarroya, pues en sus extremos escasea más el carbón y no es de tan buena calidad. Por el SE., á excepción del grupo de la Ballesta, carece la cuenca de interés; y por el lado opuesto, entre Peñarroya y Fuente-Obejuna, disminuye mucho en importancia industrial, pues sus bancos fueron enérgicamente desgarrados por las rocas hipogénicas de Masatrigo y los Castillejos, hacia los cuales buzan irregularmente. Todavía se prolonga la cuenca más al O., pues con 2 km. de anchura asoma á lo largo del arroyo Majavacas, donde sus capas se arrumban anormalmente de E. á O. con 35° de inclinación, encajadas entre una falla del estrato-cristalino y otra más al N. de las cuarcitas silurianas.

Los vegetales fósiles recogidos en esta cuenca corresponden á las especies siguientes: *Calamites Suckowi*, *C. approximatus*, *C. undulatus*, *C. Cistii*, *C. cannæformis*, *Calamocladus foliosus*, *Sphenophyllum emarginatum*, *Sphenopteris artemisiæfolia*, *S. tridactylites*, *Neuropteris cordata*, *N. gigantea*, *N. flexuosa*, *N. heterophylla*, *N. Cistii*, *N. Scheuchzeri*, *N. auriculata*, *Pecopteris pennæformis*, *P. Meriani*, *P. Plukeneti*, *P. hemiteloides*, *P. Miltoni*, *Alethopteris Serlii*, *Dic-*

lyopteris Brongniarti, *Ptychopteris manodiscus*, *Lepidodendron dichotomum*, *L. rimosum*, *L. obovatum*, *Sigillaria tessellata*, *S. elegans*, *S. lævigata*, *S. captocœnia*, *S. scutellata*, *S. mammillaris*, *S. rhomboidea*, *S. Brongniarti*, *Cordaites borasifolius*, *Stigmaria ficoides*, *Cardiocarpus emarginatum*, *Rabdocarpus* indet., *Xilomides eradiatus*, Areit., la mayor parte de las cuales corresponde al hullero medio y el comienzo del superior.

Considerada en detalle, distingue el Sr. Parran (1) en esta cuenca las siguientes divisiones de abajo arriba: 1.ª, conglomerados de la base; 2.ª, subtramo del *Terrible;* 3.ª, subtramo de Cabeza de Vaca; 4.ª, subtramo del Guadiato y la Ballesta. Si esta clasificación no es rigurosamente científica, tiene al menos interés práctico, y en conjunto, las cuatro divisiones se manifiestan y cubren sucesivamente de N. á S. con buzamiento meridional, descansando la primera sobre formaciones más antiguas. Bordean los conglomerados de la base la parte oriental de la cuenca, distinguiéndose las más inferiores por su cimento morado ó rojizo y sus cantos cuarzosos más voluminosos, siendo muy desiguales las anchuras que ocupan en el terreno, tanto á causa de las variaciones de inclinación, cuanto porque se depositaron de un modo sumamente irregular. A orillas del Albardado es por donde mayor desarrollo tuvieron en el término de Bélmez, y más al SE. se notan en ellos repetidos ensanches y estrecheces con espesores comprendidos entre 50 y 300 m. En la parte alta del arroyo del Valle se reducen á 2 m. de grueso, volviendo á ensanchar en Espiel, en parte edificado sobre ellos, que adquieren su mayor desarrollo con cantos muy voluminosos por todo el arroyo de la Hortezuela, al E. de la collada de Nava-Obejo; más al SE., hacia el arroyo de la Adelfilla (mina *San Rafael*), vuelve á reducirse su ancho á 150 m., y por fin, en el extremo meridional de la cuenca, desaparecen casi del todo en la Ballesta, por las márgenes del arroyo de los Puerros (mina *Trapisonda*).

(1) *Note sur la géologie du bassin houillier de Bélmez. Bull. Soc. géol. de France*, 2.ª serie, tomo XXVIII.

La circunstancia de hallarse el extremo septentrional en gran parte cubierto por formaciones recientes de acarreo que aplanaron ó rellenaron anteriores desigualdades intermedias entre Peñarroya y Fuente-Obejuna, han sido causa de no incluir en esa división una parte de bastante interés, descubierta en estos últimos años por medio de sondeos. Es la comprendida en el coto *Porvenir de la Industria*, todavía insuficientemente explorado, cuyas dos capas de carbón suman en algunos sitios hasta 7 m. de espesor, si bien por término medio cada una es de 2. Inclinan suavemente al S.; se hallan separadas por una zona pizarreña de variable anchura; su carbón es seco, hojoso, brillante y duro, que rinde el 40 por 100 de cribado y 30 á 35 de galleta. Con el pozo maestro de la explotación actual se cortaron á 55 m. de profundidad.

El subtramo hullero de la *Terrible*, sobrepuesto á los conglomerados, empieza al O. del barranco de la Parrilla, compuesto de areniscas, pizarras y carbón, el cual está en sitios muy metamorfoseado y endurecido por la influencia de los pórfidos cuarcíferos rojizos que allí asoman. Más al E., por el arroyo de la Hontanilla, mejoran sus caracteres y tiene gran importancia industrial en las explotaciones de la *Terrible* y *Santa Elisa*, en los arroyos del Albardado y de la Juliana; pero al llegar al de la Lozana son insignificantes sus afloramientos, que terminan en punta á Levante de Espiel.

Entre la Parrilla y Bélmez predominan las pizarras; y como las areniscas ofrecen poca resistencia, unas y otras han desaparecido en parte por denudación, reemplazándolas en un espesor de 3 á 4 m. un depósito detrítico de cantos rodados silíceos, que á trechos las ocultan. Al E. de Bélmez las areniscas son más duras y pasan á una pudinga, mientras que las pizarras y la hulla disminuyen. La potencia media de este subtramo es de 500 m. en la *Terrible* y *Santa Elisa*, sucediéndose el siguiente orden de estratos, á partir de las pudingas de la base:

a.—Areniscas, pizarras y capa inferior de 1 m. de espesor.

b.—Arenisca explotada como piedra de construcción, pizarras, y la capa la *Terrible*, de una potencia de 13 m. en más de 1500

de longitud, de carbón duro, poco piritoso, sin más de 5 por 100 de cenizas, rindiendo 65 de cok excelente.

c.—Arenisca, pizarras y capa de hulla intermedia.

d.—Arenisca, pizarras y capa superior, de 3 á 6 m., cuyo carbón es sumamente seco en *San Rafael*, y una mezcla de seco y semigraso en la *Morera*.

En la *Terrible*, en su mayor parte ya explotada, la capa principal forma, entre otras ondulaciones, una en que se ofrece horizontal en una longitud de 40 m. á la profundidad media de 13, con lentejones de extraordinario espesor, que en sitios miden hasta 80 m., lo que permitió hace veinticinco años preparar la explotación á cielo abierto en esa parte. Paralela á ella, á distancias que varían entre 3 y 10 m., hay otra de 1,50 á 2 m. de grueso, que se explota al propio tiempo por medio de recortes espaciados 50 m. Generalmente la inclinación de las capas de este subtramo es de 60° S.; pero en ciertos puntos de *San Rafael* y la *Terrible* se aproxima á la vertical. Se contornean con variables inclinaciones también meridionales en Bélmez, llegando sus bancos hasta el pie de la sierra Boyera, á 1 km. al O. de esa población, y donde se nota una discordancia estratigráfica, según la cual las cuarcitas silurianas se alzan hasta la cresta de aquélla con 65° inclinación NE.

Aparte de la *Terrible*, el grupo de minas *Santa Elisa*, *Ana*, *Pequeña* y *San Marcelino* es el más rico de la cuenca, en opinión del Sr. Brard, quien supone en aquél una riqueza de 6 millones de toneladas, admitiendo que se llegue en profundidad hasta 500 m., la cual me parece exagerada. En este grupo se distinguen tres zonas: la septentrional, con tres capas explotables; la meridional, con cuatro que suman un espesor de 5 m., y la central, donde se vienen explotando hace cuarenta años las grandes masas ó bolsadas de la *Terrible*. La capa principal de esta última se contornea, repliega, bifurca y ramifica con tan irregulares ensanches y estrecheces, que no podría formarse idea aproximada de su forma sin tener á la vista numerosos cortes transversales y longitudinales trazados á diversos niveles. Las figuras 30 y 31 representan algunos de esos detalles de

esta capa, que fué violentamente estrujada y desgarrada, aparte de las extraordinarias desigualdades con que ya en su formación se acumuló la materia carbonosa en fondos de relieve sumamente irregular. Sin las labores subterráneas no sería fácil comprender que las dos ramas que afloran muy inclinadas en *San Miguel* y *Santa Elisa*, están unidas en una sola capa ondulada á cierta profundidad según se explica en la fig. 31.

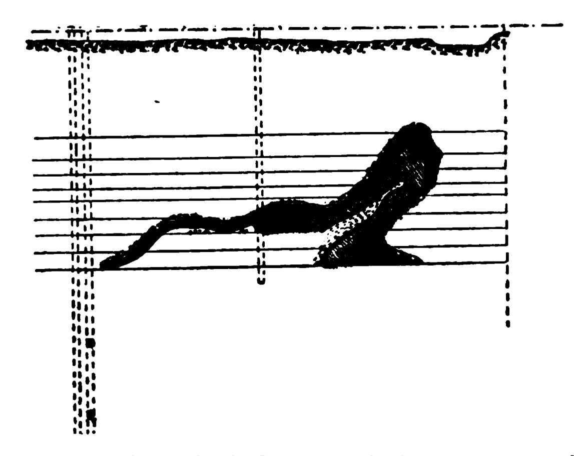


Fig. 30.—Corte á través de la capa principal de *Santa Elisa*.

Entre Santa Elisa y Bélmez radica el grupo de minas tituladas *Muchachas*, *Muchachas* 2.ª, *Herrero*, *Herrero* 2.ª, *Gitano*, *Gitano* 2.ª, *Pala* y *Pala* 2.ª, y como advierte el Sr. Oriol (1), la carencia de labores en los 4 km. que separan dichos dos puntos hace extraordinariamente difícil calcular la profundidad y situación de las capas del grupo de la *Terrible* en su prolongación meridional. Sin embargo, supone que la profundidad máxima á que pueden encontrarse las capas es de 289 metros: en el *Gitano* á los 100 de distancia del límite de *Santa Elisa*, á los 525 en la divisoria del *Gitano* y *Pala*, y á 789 en el extremo S. de esta última mina. «En vista de las ondulaciones

(1) *Rev. Min.*, serie C, tomo VI, pág. 317.

de las capas, agrega, á medida que nos aproximemos al límite NE. de las concesiones, la profundidad será naturalmente menor. Por esto puede decirse, en términos generales, que las minas las *Muchachas* 2.ª, las *Muchachas, Herrero, Herrero* 2.ª presentan más facilidades para las labores de investigación en las capas hoy conocidas que las otras cuatro del grupo, en las cuales es fácil cortar capas desconocidas en la *Santa Elisa* superiores á la reconocida en ésta y la *Terrible.*»

En la transversal de 645 m. que une el pozo *Camondo* de *Santa Elisa* con el plano inclinado de la *Ana*, se han cortado á la profundidad de 132 m. tres *borrascos*, que es posible sean explotables en aquellas minas.

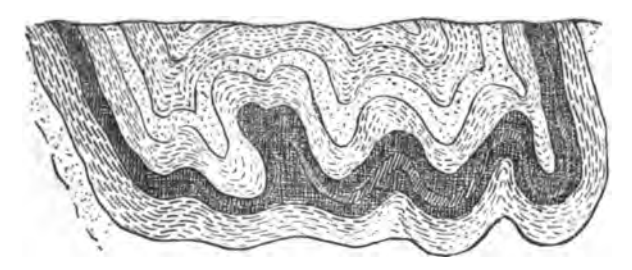


Fig. 31.—Corte de la capa principal de *Santa Elisa* y *San Miguel*.

Aumentando el espesor de los estratos hulleros por cima de la capa de *Santa Elisa*, á medida que se penetra en el *Herrero* y los *Gitanos*, son mayores las probabilidades de encontrar nuevas capas de hulla entre aquéllos.

En resumen, se puede afirmar que la capa muy gruesa que se explota en la *Terrible* y *Santa Elisa* es la misma que se laborea en *San Miguel* y *Ana*, y que se extiende por debajo del grupo del *Gitano;* y la rama explotada en *San Miguel* y *Ana* se podrá explotar fácilmente en las *Muchachas, Herrero* y *Herrero* 2.ª, mientras que la rama que podemos llamar central de la *Terrible* y *Santa Elisa* se podrá trabajar en el *Gitano, Gitano* 2.ª, la *Pala* y la *Pala* 2.ª, sin más dificultad que el aumento de costo en las instalaciones por la mayor

profundidad que alcanzarán las labores que en ella se establezcan.

No es posible resolver por falta de datos si el grupo de capas que se explotan en las minas *Santa Isabel* y *Cabeza de Vaca* llega á penetrar también en las concesiones las *Palas*, los *Gitanos* y los *Herreros*, grupo más moderno que el de la *Terrible* y *Santa Elisa*.

Subtramo de Cabeza de Vaca.—Se depositó en la depresión de caliza que existe entre *San Rafael* y *Hernán Cortés* hasta 500 m. al E. de Bélmez, y la serie de crestones que empiezan al O. de La Parrilla y continúan hasta más abajo de Espiel. Su anchura media es de 500 m.; su potencia de 300 á 400, y se compone de pudingas silíceas con algunos cantos calizos en bancos separados por pizarras, en las cuales abundan las concreciones de caliza blanca y riñones de siderosa.

Inclinadas por término medio 72° SO., se encuentran en este grupo cuatro capas principales: la primera, en rosario, con espesores de 6 á 9 m. de carbón seco y duro mezclado con 20 por 100 de borrasco; la segunda, de 1,25 á 1,50, es de hulla menos seca, pero más sucia, así como la tercera, que se reduce entre 0,75 y 1 m.; la cuarta es una serie de depósitos en rosario, alguno de los cuales mide 80 m. de largo por 18 á 20 de grueso en ciertos puntos, si bien se reduce á 11 su anchura más frecuente y á 5,50 el término medio. Yace sobre un banco de pudinga; produce 40 por 100 de borrasco y el otro 60 es de carbón de aspecto bituminoso, que se quiebra en fragmentos angulosos, y produce un cok poroso, ligero y duro. Las otras tres capas no coquizan. La primera, sita unos 100 m. más arriba que la cuarta, es la de la *Torre*, y ambas se hallan menos separadas en *Santa Rosalía*, mina sita al pie de la Sierra Palacios, y en la cual los espesores de ambas se reducen á 5 m. y 1,50 respectivamente, quedando representadas las intermedias por delgados lechos de carbón inaprovechable. Pudiera muy bien suceder que estas cuatro capas se redujeran á dos enérgicamente dobladas, según se indica en la figura 52, trazada según las labores actuales de *Cabeza de Vaca*.

Además de estas cuatro capas, en este grupo hay otras siete más delgadas, entre ellas algunas de carbón graso propio para cok.

En la mina *Santa Isabel*, al pie y por bajo de las casas de Bélmez, se han reconocido con la dirección NO. á SE., las tres capas del subtramo inferior y seis del de *Cabeza de Vaca*. La más inmediata á los conglomerados de la base es la *San Pedro*, reconocida en 160 m. Asoma detrás del ferrocarril de Santa Elisa á orillas del arroyo de la Virgen, y sus espesores varían entre 1,50 y 4 m., reconocidos hasta los 180 de profundidad. A los 65 m. de la anterior encaja en pizarras la *Santa Elisa*, que en sus 50 primeros metros presenta masas de borrasco muy impuro hasta de 23 m. de grueso, con bolas irregulares de carbón, y más por bajo, hasta los 180 m., mide espesores de 15 á 20, con zonas de desigual pureza. A los 45 m. más al SO. se halla la *Aurora* con 2,30 de potencia media de carbón muy impuro en su parte superior. Las hullas de estas tres capas son semi-grasas y coquizables; pero las otras seis del subtramo medio, que comienza á 345 metros de la *Aurora*, son secas. Las cuatro primeras

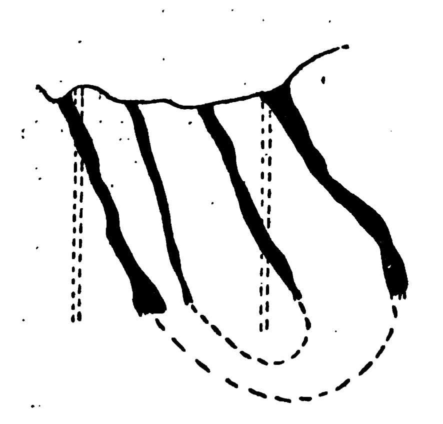


Fig. 32.—Corte de las capas de *Cabeza de Vaca*.

se agrupan en un espacio que varía entre 10 y 15 m., presentándose en lentejones de muy distintos espesores y con tan diferentes grados de pureza, que así como hay algunos de carbones con menos de 5 por 100 de cenizas, en otros se convierten en borrasco inaprovechable. A 45 m. de estas cuatro sigue la llamada *La Torre*, reconocida con carbón hasta los 210 m. de profundidad, también subdividida en lentejones, algunos de los cuales miden 14 metros. A 15 m. más al SO. se descubrió recientemente la nombrada *Cero*, cortada por transversales á los 150 y á los 210 de profundidad, con el espesor medio de 7 m., pero estrechándose en sitios hasta reducirse á 0,20. Algunos lentejones de esta capa sólo dan de 2 á 6 por

100 de cenizas y contienen hasta 40 por 100 de materias volátiles, siendo parcialmente coquizables.

Por falta de labores que actualmente se hallen practicables y por los multiplicados trastornos estratigráficos que por doquier se observan, no es fácil deslindar el subtramo medio y el superior de esta parte del sistema en el espacio comprendido entre el Albardado y Espiel, por donde la cuenca mide anchuras de 2 á 3 km. Los indicios son de que su valor en combustible desmerece notablemente, si bien no escasean los afloramientos de algunas secciones ricas por reconocer y deslindar, sobre todo en las inmediaciones del arroyo del Valle, entre 3 y 5 km. al NO. de Espiel. Cerca del camino de este pueblo á Bélmez, en las concesiones *El Barbero* y *Los Arboles*, se incluyen en el hullero varios islotillos y cuñas de un pórfido feldespático descompuesto parecido á una arcilla ferruginosa, con la cual ha sido confundido hasta la fecha, y otra manchita de igual roca hipogénica descuella más al NO. en el cerro del Ladrillo. No hay duda que las multiplicadas dislocaciones de los estratos en esta parte de la cuenca se deben en gran parte á la aparición de tales rocas eruptivas.

Subtramo superior del Guadiato y la Ballesta.—Desde el O. del arroyo de la Parrilla hasta la mina *Mayor*, este grupo está separado del anterior por una fila de crestones calizos, intestando al S. el superior contra el cerro de la Calera, reapareciendo al E. en la Ballesta y Villaharta, donde se divide en dos ramas por una protuberancia siluriana coronada por un crestón calizo. Su espesor varía mucho, estimándose por término medio en 400 m. Sobre las pizarras grises ó amarillentas, quebradizas y estériles del Culm de las márgenes del Guadiato, en las cercanías de Bélmez, se apoya una serie bastante potente de pudingas, pizarras y afloramientos carbonosos, desarrollada principalmente desde el Albardado hasta el extremo oriental de la cuenca, cuya zona juzgó Parran posterior á los grupos descritos. A partir de Villanueva del Rey, son más importantes y numerosos los afloramientos de hulla intercalados entre las pudingas superiores; pero según afirma el mismo ingeniero, no adquieren verdadero valor hasta la Ballesta.

Por su situación occidental, atendiendo al buzamiento predominante en este sentido, sin duda, como lo indicó el Sr. Parran, corresponde al subtramo superior la pequeña fracción de la cuenca que se extiende hasta el culm sobre la derecha del Guadiato al E. de Villanueva del Rey, y por donde radican, entre otras minas, la *Rosario* y el coto *Riqueza cordobesa.*

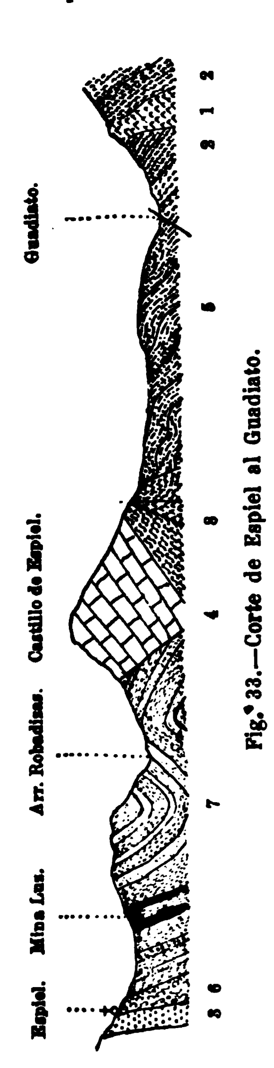


Fig.ª 33.—Corte de Espiel al Guadiato.

En la dehesa de Dos Hermanas, á 1 km. del río, cruza un cordón de caliza gris azulada algo silícea con un ancho de 70 m., dividida en dos fajas inclinadas 50° SO. y prolongadas hasta cerca de la conclusión del arroyo Ruidero. Siguiendo aguas arriba las márgenes de éste, se presenta la siguiente sucesión de rocas: 1.°, fajita irregular hullera con gruesos bancos de conglomerado y bolsadas irregulares de carbón, algunas hasta de 4 m. de grueso, entre pizarras y lechos de hierro carbonatado litoide, á orillas del Guadiato; 2.°, dique de un pórfido descompuesto de color ladrillo parecido á una arenisca ferruginosa, de 20 m. de espesor; 3.°, cordón de cuarcitas silurianas, de 60 m.; 4.°, serie hullera del subtramo superior con dos capas de carbón, aparte de varios lechos de poco grueso, extendida hasta el pie del cerro de la Urraca, donde la limita el culm con intercalaciones de caliza.

Por las vertientes meridionales del mismo cerro existe un cambio brusco de buzamiento, relacionado con un pórfido feldespático amarillento, á causa del cual y en cuyo contacto asoma una fajita de 80 m. de ancha de pizarras cloríticas correspondientes al nivel más alto del estrato-cristalino.

Un corte á través de la cuenca entre el Guadiato y Espiel, pasando por la sierra del Castillo, mostraría discordancias como las de la figura 33.

1.—Asomo hipogénico rodeado de una fajita de micacitas.
2.—Micacitas inclinadas 50° SO., á la derecha del Guadiato, desgarradas por otro islote porfídico y destacadas del culm por una falla.
3.—Cuarcitas y pizarras silurianas.
4.—Caliza carbonífera con buzamiento septentrional.
5.—Pizarrilla arcillosa negruzca del Culm, inclinada 30° SO.
6.—Conglomerados hulleros.
7.—Pizarras y areniscas del hullero medio, muy dislocado, con frecuentes cambios de inclinación.
8.—Asomo porfídico rodeado de micacitas.

Las dos capas principales continúan con bastante regularidad hasta más allá de Espiel, al E. de cuyo pueblo se extinguen sobre las pudingas de la base. En algunos sitios como en la mina *Esperanza*, la principal de aquéllas mide espesores de 3 á 7 m.

Por su extremo occidental este grupo avanza hasta los dos tercios del camino de la estación de Navacaballo, predominando á la derecha del Guadiato las pizarras abigarradas y las areniscas pardo-rojizas apoyadas sobre la faja occidental de conglomerados que se prolongan hasta allí desde las inmediaciones de Bélmez por la parte del camino de Villanueva del Rey.

Siguiendo la vía férrea desde la estación de Espiel hacia la Albondiguilla, se extienden las pizarrillas hulleras, muy impregnadas de óxidos de hierro, en los km. 52 y 51 hasta su contacto al pie de la sierra de Espiel con el manchoncito de micacitas y pórfidos descompuestos, 8, que enteramente las rasgaron.

A lo largo del arroyo de Majada Honda, que cruza normalmente las capas de la Ballesta, es donde mejor puede observarse la disposición de los estratos de esta parte de la cuenca. A partir de los conglomerados que por el borde oriental tocan las cuarcitas silurianas

de la mina *San Rafael*, á los 46 m. asoma el primer afloramiento con 0,50 á 0,70 de grueso; á 16 de ella mide la 2.ª hasta 1,50 en ciertos sitios; á 100 más al SO. ofrece la 3.ª lentejones de 3 á 4 m.; á 34 de la 3.ª está la 4.ª, que puede ser su repetición; á 84 m. más allá la 5.ª se reduce á un lecho de 0,30; después, á los 24, la 6.ª se subdivide en tres fajas que suman hasta 3 m.; sigue la 7.ª á los 60 con 5 de caja y 3 de combustible en algunos puntos, y por fin, á los 82 se presenta la 8.ª que suma hasta 2 m. junto á la unión de dicho arroyo y el de los Puerros. Como en esta faja de 400 m. de ancho se observan tres cambios de buzamiento, probablemente esas ocho capas corresponden á tres efectivas, cuyo espesor medio total no bajará 4 m.; mas si se observa lo tendidas que en varios puntos se presentan aquéllas y lo mucho que estrecha la cuenca desde el N. de la collada de Nava-Obejo, no debe contarse con más de 100 m. de profundidad media explotable, pasada la cual las pizarras y cuarcitas silurianas por un lado, las calizas carboníferas por el opuesto, estrechan y dan fin al terreno hullero.

La 2.ª capa tiene en la mina *Trapisonda* 1^{m},30 de espesor, inclina 30° S. y da un cok excelente; y en la *San Rafael* 3.ª se explotó otra de carbón seco que llegó á 7 m. de potencia en el arroyo de la Adelfilla, si bien, por término medio, no pasó de 2, donde abundan los calamites y los helechos entre arcillas cenicientas carbonosas asociadas á una pudinga de guijo menudo, inclinada 35° O.SO. Los conglomerados asoman con más fuerte inclinación en los km. 45 y 46 de la carretera de Espiel á la Ballesta, por donde se extiende la serie de areniscas abigarradas intercaladas en aquéllos, cuyos cantos desiguales tienen un cemento deleznable.

Entre la Ballesta y los baños de Santa Elisa (Villaharta) predominan las areniscas duras y las pizarrillas hasta el km. 40 de dicha carretera, avanzando hasta el pie NE. de cerro Cabello sobre el barranco que le limita. Aquí los estratos se alinean según un anticlinal en cuyo vértice asoma, en fajitas curvilíneas de 30 m. de anchura, una diabasa que desgarró y limitó el sistema con la aparición de otras formaciones anteriores, según se dibuja en la figura 34.

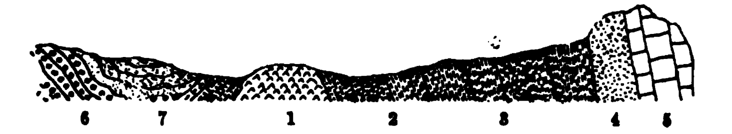


Fig. 34.—Corte al S. de la Ballesta.

1.—Anfibolitas pizarreñas, 8 m.
2.—Micacitas blandas, 10 m.
3.—Filadios cambrianos, 50 m.
4.—Cuarcitas silurianas en peñones salientes, ferruginosas con centros blanquecinos.
5.—Caliza de crinoides y corales.
6.—Conglomerados hulleros deleznables de cantos desiguales, denudados en 30 m. de espesor por el barranco Ronquillo.
7.—Serie hullera de la Ballesta, formada de areniscas moradas y pardo-rojizas y pizarras carbonosas.

En el término de Villaharta el hullero se bifurca por las Todas y las solanas del Sacristán con gruesos bancos de conglomerado, que con las areniscas se extienden entre la fuente de la Lastra y 500 m. al S. de dicho pueblo. En la cañada del Moralejo, entre el cerro del Peñón y los Morros, se retuercen al E.NE. con 50° de inclinación septentrional; y junto á la Fuente Agria se desgarran y pliegan de mil modos hasta su contacto con el estrato-cristalino, que le interrumpe en el km. 27 de la carretera de Córdoba, al pie del castillo del Vacar, donde terminan con las pizarrillas obscuras del Culm. La trocha que llaman de Doña Elisa á Don Elías coincide próximamente con la separación del estrato-cristalino y del hullero.

La vía férrea de Bélmez á Córdoba cruza cerca del límite occidental del hullero entre la estación de la Alhondiguilla y la del Vacar. Desde el km. 44 al 43 las pizarras arcillosas de colores claros, probablemente del Culm, inclinan desde 60 á 75° SO.; en el 41 tuerce

el buzamiento al NE., que se halla casi exclusivo hasta el 59, donde se restablece el opuesto mantenido en los 38 y 37°, si bien las capas están rizadas en todos sentidos. Corresponden éstas al hullero medio, intercalándose, aunque escasas, algunas de areniscas muy arcillosas; y de 100 á 300 m. más al E. asoman los conglomerados inferiores que se cortan en los km. 36 y 35, cerca del cual se rasgan, dejando paso á las talquitas verdosas arrugadas del estrato-cristalino. A 200 m. antes del mojón 33 se vuelven á cortar los conglomerados de la base con intercalaciones de pizarras silíceo-arcillosas. Desde dicho kilómetro hasta el Vacar el buzamiento contrario al NE. induce á sospechar que las pizarras duras inferiores á las pudingas corresponden más bien al hullero inferior.

En resumen, los caracteres distintivos de esta cuenca son los siguientes:

1.° Se reconocen tres elementos diversos, á saber: la caliza carbonífera intercalada en varios cordones salientes, desgajada por fallas entre los otros dos; el culm ó hullero inferior desprovisto de carbón en una faja continua por el O., tocando al estrato-cristalino, y el hullero propiamente tal, casi todo á la izquierda del Guadiato.

2.° No hay en España cuenca comparable á la de Bélmez por el enorme desarrollo de los conglomerados ó pudingas, pues abundan en la base y se intercalan á diversos niveles con las pizarras y areniscas.

3.° Tampoco hay cuenca donde abunde tanto el hierro carbonatado litoide, si bien excesivamente diseminado en lechos que rara vez llegan á 1 m. de espesor por la zona central ó eje de la cuenca principalmente.

4.° Todas las rocas de la cuenca, especialmente los conglomerados de la base y el carbón, tienen anchos y espesores en extremo variables y desiguales; y como también hay mucha desigualdad en el tamaño de los cantos de la pudinga, con dificultad habrá otra cuenca cuya formación haya sido tan tumultuosa.

5.° Los espesores del carbón pasan de 80 m. en algunos sitios, reduciéndose en otros á pocos centímetros; apareciendo el combus-

tible á modo de lentejones ó bolsadas de muy variables dimensiones y de contornos sumamente irregulares.

6.° Más de una docena de islotes de pórfidos cuarcíferos y anfibólicos de color rojo ladrillo ó amarillento desgarran la cuenca entre Fuente-Obejuna y la Ballesta. Por su estado de descomposición ó alteración tienen el aspecto de areniscas, con las cuales han sido comunmente confundidos hasta la fecha; pero es indudable que su aparición coincidió con las grandes dislocaciones é irregularidades en los estratos, así como en las variaciones de composición y de los caracteres exteriores de los carbones.

7.° Varían los caracteres de las hullas hasta el punto que existen desde las más antracitosas, sin más que 9 por 100 de materias volátiles *(Porvenir de la Industria)*, á las secas con el 13 *(Segunda Parrilla)*, las semigrasas con el 18 al 20 *(La Terrible)*, las grasas de mucho gas *(Santa Elisa)* y las grasas sin grisou *(Santa Ana)*.

8.° En su conjunto las capas de carbón y las rocas en que encajan se alinean con muy variable inclinación de NO. á SE., con buzamiento al SO.; pero á causa de diversos dobleces en todos sentidos se notan en trechos relativamente cortos buzamientos al NE., al E.NE. y al N.NE., siendo rara la concesión donde no existan inflexiones á modo de cubetas ó fondos de barco.

No todos los ingenieros juzgaron en un principio como de extraordinaria riqueza la cuenca de Bélmez, pues hace cuarenta años Lan apreciaba su importancia del siguiente modo (1): «Sin que discutamos el porvenir de esta cuenca, lo que es casi imposible por los pocos trabajos hechos de exploración en un terreno que no tiene menos de 25 á 30 km. de largo, debo observar que es, al menos, intempestiva la reputación de riqueza que se la atribuye. Hasta la fecha sólo se han encontrado anchurones de hulla, muy pura, es cierto, pero en limitadas extensiones, como los del *Terrible* y *Santa Elisa*. Las explotaciones, apenas comenzadas en otros puntos, tocaron espesores mucho más reducidos y calidades con frecuencia muy infe-

(1) *Annales des Mines*, 5.ª serie, tomo XII, pág. 567.

riores. Los indicios son muy numerosos; pero los hechos anteriores, unidos á ciertos caracteres superficiales, hacen temer una disposición en lentejones, más bien que grandes continuidades.»

La riqueza de la cuenca, sin embargo, es mayor de lo que sospechó Lan, si bien es general, efectivamente, la segmentación de las capas en lentejones irregulares. Con sus multiplicados ensanches y estrecheces estos lentejones afectan la forma de *pez*, nombre con que vulgarmente se designan en el país tales masas aisladas ó casi aisladas de combustible; y entre todas, la más notable hasta la fecha es la que midió hasta 28 m. de grueso junto al arroyo del Lobo en la mina *Terrible*, formando nudos hasta de 60, si bien su potencia media se reduce á unos 4 á 5. En estos ensanches extraordinarios de las capas son frecuentes las ramificaciones ó *recinchos* de pizarras negras arcillo-carbonosas que llaman *laja*, con espesores variables entre 5 y 20 cm. Otras veces las capas de pizarra del pendiente ó del yacente ó los lechos de laja intercalados en el carbón llevan vetas de hulla compacta y brillante, recibiendo el nombre de *borrasco*.

En oposición á los cálculos demasiado bajos de Lan, según cuentas que hace más de treinta años echó el ingeniero Lagarde [1], la parte central encierra unos 155.000000 de toneladas de carbón, y agregando lo que puedan contener los dos extremos, eleva la cifra á 300.000000, cantidad que generalmente se considera excesivamente elevada, tal vez diez veces mayor que la riqueza efectiva.

Esta cuenca presenta hullas de todas clases, desde las más grasas y bituminosas que predominan en su centro entre Bélmez y Peñarroya, hasta las más secas y antracitosas, según se deduce de las cifras de composición que más adelante se marcan. Al NO. de Peñarroya, desde el arroyo de la Parrilla á Fuente-Obejuna, son secas, antracitosas y arden con dificultad; en la *Terrible* y *Santa Elisa* suelen ser de pocas cenizas en una de sus principales capas grasas, á propósito para fraguas, fabricación de gas y de cok; las semigrasas de llama larga abundan entre Bélmez y Espiel, y en este término se

(1) *Rev. Min.*, tomo XVII, pág. 428.

hacen más secas y se aglomeran difícilmente al aire libre. En especial las de *Santa Elisa* son negras, brillantes, compactas, de textura laminar, con indicios de pirita; producen gran cantidad de grueso, de combustión un poco tarda, arden con llama brillante, se aglutinan, dan cok resistente y cenizas rojas arcilloso-calizas. Las de *Cabeza de Vaca* son de combustión viva, con llama larga, buenos para reverberos y gran cantidad de vapores bituminosos; dan un cok ligero, cavernoso, bastante tenaz y cenizas blanquecinas, siendo de combustión más rápida las de las capas 3 y 4, que se aglomeran más y rinden cok más fuerte.

La dureza de los carbones varía mucho, pues existen desde los más terrizos y deleznables hasta los más duros. Capas hay formadas de tres lechos: uno de hulla dura en el medio y los otros dos blandos; y en las de mayores espesores se suelen hallar nódulos que por su tenacidad merecen el nombre de *acerados*, entre otros que se deshacen con más del 70 por 100 de menudo.

La composición de diferentes muestras es la siguiente:

MINAS	Carbono fijo.	Materias volátiles.	Cenizas.	Cok.
Santa Elisa....................	65,85	31,98	3,47	68,65
Cabeza de Vaca 1.ª............	51,80	41,40	6,80	58,60
Idem 2.ª......................	50,60	43,20	6,20	56,60
Idem 3.ª......................	48,40	40,60	9,00	57,40
Idem 4.ª......................	55,40	42,00	2,60	58,00
Confianza.....................	57,20	38,80	4,00	61,20
San Rafael....................	56,60	39,60	3,80	60,40
Luz y Llama (Espiel)..........	62,95	33,55	3,50	66,45
Espiel (según Brard).........	65,00	23,00	12,00	»

La pirita llega hasta 1,50 por 100 en *Cabeza de Vaca*.

Comparadas las potencias luminosas y la producción de cok de los carbones de Bélmez con los de Barruelo y Puertollano, se obtuvieron, según el Sr. Brard, los siguientes resultados:

	Santa Elisa.	Barruelo.	Puertollano.
Metros cúbicos de gas por 100 kilogramos.	32,000	28,940	30,780
Potencia luminosa........................	179.60	195,29	128,22
Cok.......................................	74,000	74,58	65,60

PROLONGACIÓN AL SE. DE LA CUENCA DE BÉLMEZ.—Por lo inculto, despoblado y riscoso que es el territorio comprendido entre Villaharta y Obejo de un lado, Adamuz y Villafranca de Córdoba por otro, ha sido hasta la fecha insuficientemente explorada la prolongación meridional de la cuenca de Bélmez, que se suponía cortada en las inmediaciones de los dos primeros pueblos. Verneuil y Collomb, sin embargo, en su Mapa geológico de España, apuntan por esa parte unas manchitas carboníferas, á las que no se dió importancia por carecer de detalles explicativos; y si bien esta prolongación meridional de la cuenca carece de interés industrial, no pasaron inadvertidos algunos afloramientos de carbón que en ella existen y que hace tiempo motivaron trabajos infructuosos de investigación.

La caliza de montaña con crinoides y corales se prolonga desde los baños de la Fuente Agria á las cañadas de Pedriquejo en una fajita saliente de 50 á 200 m. de anchura, destacada entre el hullero y las cuarcitas silurianas, á causa de su color blanquecino, por los cerros del Bujo, la Pita y la Calera, hasta las márgenes del Guadalbarbo. Entre las calizas las hay azuladas puras, otras veteadas grises, otras algo sabulosas y arcillosas y otras con granillos de cuarzo.

Al pie del cerro Martin, el arroyo Pedriquejo corta areniscas muy duras, ásperas, ferruginosas, pizarras arcillosas y otras negruzcas con lechos carbonosos de 0,20 á 0,40 de espesor, objeto hace años de inútiles labores. Las capas están onduladas y arrugadas en todos sentidos; pero el buzamiento al SO. con 75° inclinación es el promedio, y los lechos carbonosos se ramifican en una zona de 1 m. de ancho por ciertos parajes.

El molino de Pedrique está sentado en el borde de esta fajita, cuya caliza gris azulada, espatizada en parte por los restos de crinoides,

inclina entre 40 y 60° S.SO., buzando en sentido contrario las pizarras con pequeñas concreciones verdosas y parduzcas, alternantes con areniscas ferruginosas, y la disposición de los estratos es la siguiente: 1. Micacitas arcillosas y talquitas-estrato-cristalinas, con vetas cruzadas de cuarzo blanco.—2. Caliza carbonífera destacada entre dos fallas.—3. Hullero infrayacente á las micacitas, en una faja irregular de 100 á 300 m. de anchura.

Desde Pedrique continúa la caliza por la Piedra de Fuenlabrada y Peña Paulino á las márgenes del Guadalbarbo, en unos bancos bastante pura y veteada, en otros arcillosa y magnesiana, recortada en riscos y peñascos muy agudos, con un ancho de 200 m., prolongadas por las Piedras Llana y del Portugués.

En el hullero, además de las rocas citadas, hay una capa de carbón al pie del cerro Martín y por la Umbría del Huerto, extendiéndose entre 200 y 300 m. á la izquierda del Guadalbarbo. Junto á la Casa de la Mina las pizarras duras arcillosas gris-azuladas y verdes, con costras de hematites parda, y las areniscas cuarzosas, blanquecinas ó de color rojizo claro, se doblan en un anticlinal, buzando 75° NO.

Al S. de los collados de la Candelera y de las Cabezas Chica y Grande, aparece entre dichas pizarras un banco de conglomerado de cantos menudos inclinado al NE., buzamiento predominante del sistema en esta parte de la cuenca del Guadalbarbo, reapareciendo por esos sitios el cordón de caliza gris. Sobresale ésta en el castillo de Lara, los Castillejos, El Cuchillar y El Morrión del Francés, al pie del cual se juntan los tres ríos, Guadalbarbo, Gato y Varas, y asociadas á ella continúan en faja estrecha las rocas del hullero junto al raso de la Tiesa.

Más al E. de los ríos se desdobla la caliza carbonífera en varias filas de erizados y altos riscos: la más septentrional se dirige hacia Adamuz por la Solana del Arriero, el Aguadillo y la loma de Quirba; la otra se desvía hacia el NO. de Villafranca de Córdoba por el cerro de Millante, Peñón Blanco, cerro de la Huerta, Alto de Jesús y loma de la Ermita, que limitan las amplias depresiones nombradas Nava Chica y Nava Grande de San Francisco del Monte. Estas

se hallan limitadas por dos cordones de calizas: la del S., que tuerce á Peñón Blanco, cerro de Jesús y Morras del Convento, donde queda cortada, y la del N., que de la Solana del Convento se enfila hacia Adamuz por la loma de Meca, donde es pura y azulada en unos bancos, pardo-amarillenta en otros, con muchas señales de crinoides, coralarios y *Productus*.

Apoyada sobre la segunda faja de caliza, se desarrolla con mucha mayor amplitud la mancha hullera, en capas muy tendidas y onduladas, por el valle de Las Maravillas y los llanos del Jarallón de las Mestas, y la inversión estratigráfica anotada en Pedrique se observa igualmente al pie del monte Cemellón, donde se muestran casi todas las rocas del sistema. Avanzan aquéllas hasta muy cerca de Villafranca de Córdoba, á 2 km. al N. de cuya población, en los cerros de Peñas Pardas, Almagreras y del Tabaco, el hullero inferior está representado por pizarrillas obscuras con lechos de caliza arcillo-ferruginosa, donde abundan los crinoides, el *Productus giganteus* y el *P. semi-reticulatus*, al propio tiempo que algunos vestigios vegetales parecidos á *Calamites* ó á tallos gruesos de helechos. Al S. de estos bancos, la caliza obscura, compacta, semi-marmórea, sobresale en un serrijón, en gran parte explotado, y donde abundan, además de los crinoides, las dos especies de *Productus* acabadas de citar; los *Productus costatus*, Sow.; *P. undatus*, Defr.; *P. spinulosus*, Sow., y *P. punctatus*, Mart.; *Spirifer integricosta*, Phill.; *S. striatus*, Mart.; *Rhynchonella acuminata*, Phill.; *Phillipsia*, y varios coralarios. Entre esas canteras y Villafranca reaparecen las calizas arcillosas pizarreñas y las pizarrillas, á trechos cubiertas por irregulares depósitos de tierras rojas diluviales.

Para reconocer el extremo occidental de las manchas carboníferas de Villafranca, conviene recorrer la derecha del Guadalquivir entre ese pueblo y el Puente de Alcolea. Descuellan las pizarras y las samitas verdosas con restos vegetales en el cerro Gamero, y se desarrollan en las tres hondonadas que rodean á éste, y se llaman Nava de la Ventilla, Nava Llana y Nava del Rincón, inclinando las capas con mucha regularidad de 70 á 80° NE. Ese cerro está coronado por un

casquete de caliza tosca miocena, y en los 7 km. que median entre él y Villafranca son numerosos los asomitos de rocas hulleras entre pequeñas é irregulares manchitas terciarias y cuaternarias desde la población y la Huerta del Cuco, donde el sistema que describo se muestra clara y definitivamente al descubierto. Las calizas de las canteras de Villafranca y del cerro del Tabaco se prolongan al N. de dihcas Navas por los cerros de La Ventilla, del Palo, las Lentiscosas y Cornicabra.

Al pie del cerro Gamero, por el lado del S., alternan onduladas las samitas y pizarras en lechos muy delgados, normalizándose su buzamiento al NE. con más fuertes inclinaciones por el cerro del Rejo, y plegándose de nuevo en varios sentidos en la Cuerda de la Mojonera y los Campillos. El cuaternario y el terciario las ocultan 2 km. al E. del Puente de Alcolea; pero los arroyos del Tesorillo y de los Campillos las descubren en su fondo, así como con mayor amplitud el Guadalquivir, sobre cuya derecha aparecen profundamente recortados los estratos del sistema en el lanchar del Molinillo.

El itinerario de Villafranca á Adamuz es también interesante para conocer en su remate meridional la prolongación de la cuenca de Bélmez. Al pie de Villafranca, por su lado del N., el arroyo Puentejón descubre bajo mantos diluviales algunos asomos de pizarra; córtase á 1 km. del pueblo una faja de 40.m. de caliza compacta, inclinada 70° NE. y limitada por manchitas miocenas, pasadas las cuales se penetra en la gran mancha de cuarcitas y pizarras silíceas silurianas, que continúan en capas onduladas y muy tendidas por las Mojoneras y el cerro de la Tórtola hasta las orillas del Tamujoso.

Pasado éste en dirección á Adamuz, los depósitos terciarios y cuaternarios, muy irregularmente recortados, ocultan los paleozóicos; pero si se cruza hacia el Carpio, en la bajada á la barca de está villa desde la Huelga, se encuentra la terminación del carbonífero apoyado sobre las cuarcitas de fucoides y pizarrillas arcillosas silurianas, también en ese cerro definitivamente cortadas por el río. Aparece primero la caliza compacta con crinoides, en gran parte magnesiana, ocupando un ancho de 200 m.; y sobre ellas se extienden con 75° de

inclinación al S. las pizarrillas negruzcas concrecionadas y las samitas blandas muy arcillosas con profusión de restos vegetales semejantes á los del culm, frente al molino de San Jacobo y por la orilla derecha del Guadalquivir junto á la barca del Carpio.

La faja carbonífera septentrional que desde el término de Obejo penetra en el de Adamuz, á partir de las Mestas, sobresale en las márgenes del río Varas, en los altos crestones de caliza de las Zumaqueras, Peñas de Arcón y Mocón y loma de Quirbu, prolongación al SE. de los de igual composición que cierran el estrecho de los Costillares, por donde se encauza el rio Gato. Muéstrase igualmente esta base del sistema en la pintoresca garganta de Cañaveralejo, en los peñones de las Burracas y en la desembocadura del arroyo de la Viuda en el Varas, en cuyo punto, sobre la caliza con muchas señales de crinoides y coralarios, se apoyan pizarras concrecionadas y conglomerados de cantos poco rodados, entre los cuales encaja un lecho de carbón que no es fácil descifrar si pertenece al hullero medio ó al inferior. Asoma en pocos metros de longitud, inclinando 55° NE., sin que manifieste caracteres que prometan interés industrial. Muéstranse igualmente los conglomerados alternantes con pizarras y samitas en la casería de Posada Nueva, y predominan las últimas entre la loma de la Reina y el Tamujosillo.

Hacia las márgenes del Tamujoso, entre 2 y 3 km. al N. del camino de Obejo, forman una faja de 100 m. de espesor las pizarras carbonosas de cuesta Prieta y la fuente Cabrera, y continúan hasta el puerto del Alcornoquejo y el comienzo de las Maravillas, donde se elevan con altos riscos los conglomerados cuarzosos de cantos pequeños. Por esta parte los lechos se pliegan y rizan con pequeñas inclinaciones, buzando en su conjunto al NO., ensanchándose la mancha más de cuatro kilómetros.

Si desde Adamuz nos dirigimos á Villanueva de Córdoba, á 200 m. de aquel pueblo, en contacto con las areniscas ferruginosas silurianas se hallan desde luego las samitas y pizarras duras del culm, y después las calizas que sobresalen en las Piedras de San Román, donde se contornean y desgarran con buzamiento meridional predo-

minante. Con la caliza compacta yacen la brechoide veteada y dos clases de conglomerado: uno de pocos cantos cuarzosos, muchos calizos y cemento calizo, y otro de pasta silíceo-arcillosa.

Ocultas casi enteramente bajo el trías y el mioceno, las fajas carboníferas de Adamuz reaparecen en el término de Montoro por las márgenes del Arenoso á 1 km. antes de la unión de este río y el Guadalquivir. Los bancos inclinan al NE., y sobre la caliza más clara y veteada que la de Villafranca, con 50 m. de espesor, yacen pizarras de fucoides brechoides, de matices verdosos con caliza y cantos poco rodados. Hay en la caliza corales, crinoides y trazas de braquiópodos, y por bajo de las tierras rojas pedregosas se oculta esa roca en dirección al SE., cerca de las márgenes del Guadalquivir.

Otras cuenquecitas anejas.—Aunque sea secundaria su importancia industrial, bien merecen anotarse otras cuenquecitas anejas de la de Bélmez que á continuación se detallan.

Manchitas de la Granjuela.—Por su extremo septentrional, entre Fuente-Obejuna y la Granjuela, asoman anejas á la principal dos fajitas de caliza interrumpidas á uno y otro lado de los crestones salientes de cuarcitas que de la sierra de la Grana se prolongan á Peñarroya: la septentrional es de 100 m. de ancho; la meridional de 400; buzan sus capas al S.SO., y prolongación de ambas son dos manchitas muy pequeñas que afloran junto al arroyo de Nava la Grulla, notándose en las cuatro iguales caracteres petrográficos é idénticas señales de crinoides que los de las sierras Palacios y Espiel.

Asomo de Valsequillo.—A 1 km. al S. de Valsequillo se encuentra un pequeño asomo hullero representado por conglomerados, ya de cantos gruesos y desiguales, ya de guijo menudo, sobre que está edificado el pueblo. Continúan á 1 km. al NO. del mismo, siguiendo el camino de Monterrubio hasta ocultarse bajo tierras pedregosas diluviales, pero sin indicaciones de otras rocas del sistema.

Manchita del Bembezar.—Como restos dispersos, en otro tiempo unidos á las manchitas inmediatas de Badajoz y Sevilla, no lejos del mojón común de estas dos provincias y la de Córdoba, al S. de Pi-concillo y sobre la derecha del Bembezar, se halla la cuenca de las

Churchejas, compuesta de pizarras arcillosas y arcillo-carbonosas y cuarcíferas, tránsito á samitas, dirigidas de E. á O. con variable inclinación al S. Encierran además varios lechos carbonosos inaprovechables y una capa de hulla que en algunos sitios pasa de 1^m,50 de espesor; descansan sobre grauwackas pizarreñas brechoides, y las cubren otros conglomerados cuarzosos de cantos poco rodados.

La longitud de la manchita es de 3 km., y en pocos sitios excede de uno su anchura.

Cuenca del Benajarafe.—A 500 m. al SE. de la Casa de la Solana, al pie de los cerros de los Almendros y del Castillo, á 3 km. al N. de los Hatillos, comienza esta cuenquecita, sita entre 400 á 700 m. de la margen izquierda del Benajarafe. Se compone de pizarrilla arcillosa algo concrecionada y blanda, alternante con otra pizarra silíceo-carbonosa, negra y tabular, con algunas señales de *Calamites*, bivalvas y otros fósiles. Entre aquéllas se encierran nódulos silíceo-arcillosos ferruginosos pardos y duros, y vetas de caliza espática con chispitas de piritas de hierro y de cobre.

En su base por su extremo septentrional comienza por un conglomerado de cantos cuarzosos y trozos poco rodados y muy desiguales en gruesos bancos hasta de 40 m. inclinados al E., que terminan discordantes en los filadios que buzan 35° SO.

Se situaron en esta cuenca las cuatro concesiones nombradas *Arapiles*, *Nueva Carmela*, *Argelina* y *Santa Úrsula*, sumando en total 127 hectáreas, en las cuales se abrieron cuatro pozos de investigación. El núm. 1, situado más al N., cortó á los 38 m. una capa carbonosa de 1 m. de espesor. El núm. 2, de 39 m. de profundidad, cortó 5, las 2 primeras de 0,50 término medio, la 1.ª y la 5.ª de 1 m. cada una, y la 4.ª de 1,70. A los 19 el pozo 3 cortó un lecho de 0,08. En los 38 del núm. 4 se encontraron dos capas: la 1.ª de 0,50, en que por galería á los 7 m. se reconoció con 1 m. de espesor, y la 2.ª, de 0,50, con carbón más compacto. Se abrieron también socavones al N. de la *Nueva Carmela:* el primero, de 11 m., siguió la capa de 1^m,40, y el segundo, de 32 m., cortó cuatro lechos comprendidos entre 8 y 30 cm. de grueso.

llosa, con areniscas pizarreñas y lechos carbonosos interpuestos.

Aparte de los pliegues y trastornos en la estratificación hacia el extremo NO. de la cuenca cerca del pozo *Pedernales* y de los muchos ensanches y estrecheces de las capas, debe señalarse como accidente notable una falla transversal llamada *falla de Montalvo*, inclinada al NO. A izquierda del Huesna produce un salto de 30 m. al N.; pero si existe á la derecha, es hacia el S. y menos pronunciado. Entre ella y el límite septentrional de la cuenca existen otras fallas llamadas *barrones* en la localidad, cuyos saltos no son bastante grandes para dificultar las labores de explotación.

Hay también algunas zonas estériles que corresponden á la proximidad de las prominencias estrato-cristalinas inmediatamente inferiores y discordantes, y las más extensas son la del pozo *Magdalena* y la inmediata al puente sobre el Huesna entre los pozos *Terraplén* y *San Francisco*.

Las cuatro capas de hulla se designan con los nombres del *Banquillo*, *Cajón*, *Banco principal* y *Banco de arriba*, á partir del más inferior. El *Banquillo* se explotó algo por la derecha entre los pozos *Alto* y *Lealtad*, hasta la profundidad de 70 m.; varía su espesor de 1 á $1^m,50$; en algún sitio hasta 3 m.; pero en pocos es aprovechable por los 6 á 7 lechos interpuestos de arcilla ó de arenisca fina muy dura y con pirita de hierro, á que respectivamente llaman en la localidad *soletas* y *recinchos*. Esta capa yace sobre la pudinga de cantos gruesos en la base de la cuenca. El *Cajón* tiene de $0^m,80$ á 1,20, llegando á 2 m. en algunos puntos; á trechos se interponen en él soletas y recinchos con bastante abundancia para hacerlo inexplotable; su carbón es más denso y brillante que el de las otras capas y dista del *Banquillo* entre 1 y 15 m. Desde el pozo *Curro Leal*, siguiendo el eje de la cuenca, ha existido esta capa á la derecha del Huesna; desaparece en el centro, entre dicho pozo y el arroyo Tamujoso, y reaparece en la orilla izquierda. Como su nombre lo indica, el *Banco principal* es la capa más importante por su constancia y regularidad; varía su espesor de 1,50 á 2 m., y tomando como promedio el de 1,70 se compone de abajo para arriba de los siguientes lechos: hulla, 0,89;

recincho, 0,05; hulla, 0,25; soleta, 0,01, y hulla, 0,50. Si la capa se achica, desaparecen las dos vetas estériles intermedias; si aumenta, suele haber otro recincho; si el techo presenta escalones, el recincho está quebrado y sus fragmentos se encuentran á diferentes niveles, y en ocasiones hay en su parte inferior un aumento de espesor que los mineros llaman *velas de abajo*, y son dos ó tres, separadas por uno ó dos recinchos de 8 á 10 cm. de grueso, llegando el grueso total de 60 á 80 cm. La distancia que separa el *Banco principal* del *Cajón* varía entre 0 y 25 m. En los 100 primeros metros, á partir del pozo *Dos Hermanas*, se confunden con un espesor total de 1,70; en las labores del *Magdalena*, el *Banco principal* tiene 2 m., el *Cajón* 1,20 y el *Banquillo* es inexplotable; en los pozos *Alto* y *Lealtad* desaparece el tercero y los otros dos se separan, aunque creemos que en la orilla izquierda. Encima del *Banco principal*, cuando falta el *Banco de arriba*, se presenta una pudinga de cantos cuarzosos llamada *chinote grueso*, que cubre á los dos cuando reaparece el segundo. El *Banco de arriba* mide de 1,50 á 2,50 m. de grueso, y se explotó en corto trecho á la derecha del Huesna entre el pozo *Leonor*, los afloramientos septentrionales y el límite de la cuenca por el arroyo Tamujoso, y se observan en él vetas de carbón arcilloso y terrizo. La circunstancia de estar circunscrito á un extremo de la formación y de no existir zona estéril que le separe del anterior, del que á lo sumo sólo dista 2 m., hace suponer que es una expansión ó un ensanche de la capa subyacente.

Un sondeo practicado por la Compañía de la Reunión en 1841, en la ladera oriental de la cuenca, llegó á la primera capa de carbón á los $100^m,60$ de profundidad. Antes de ella atravesó 36,85 de arenas, arcillas y areniscas miocenas; después un banco de pudinga de 9,70, y por fin, una alternancia de pizarras y samitas. Se prolongó el sondeo 21 m. más abajo, siguiendo otras dos capas de hulla, la segunda, de 2,50, separada de la primera por un banco de pizarra de 3,60, y la tercera, de 1,33, separada por 10,92 de areniscas. El pozo nombrado *Balbo*, á 340 m. al S. del anterior sondeo, no encontró la primera capa de hulla hasta los 48 m. de profundidad.

El carbón de esta cuenca es, en conjunto, de buena calidad, negro, brillante, compacto, no muy duro, algo piritoso y arde con facilidad con llama rojiza. El término medio de diferentes ensayos da 67 por 100 de carbono, 28 de materias volátiles y 5 de cenizas, 7755 calorías y 72 por 100 de cok brillante y ligero. De 100 partes salen 63 de menudo, 14 de granza, 14 de granalla y 9 de grueso. El carbón de la mitad occidental de la cuenca es más puro que el de la mitad oriental.

Entre las pizarras arcillo-carbonosas inmediatas al carbón se reconocen las siguientes especies: **Calamites Suckowi*, **C. Cistii*, *Neuropteris cordata*, **N. heterophylla*, *N. Schenchzeri*, **Pecopteris leptorachis*, *P. Meriani*, *P. arborescens*, *P. hemiteloides*, *Alethopteris lonchiticha*, *A. aquilina*, **Sphenophyllum saxifragefolium*, **Sigillaria Cortei*, **S. Davreuxi*, **S. Brardi*, *S. orbicularis*, *S. elongata*, *S. mammillaris* y trazas de *Cordaites* (1), en su mayor parte correspondientes al final del hullero medio y comienzo del superior.

CUENQUECITAS SECUNDARIAS.—Aunque desprovistas de importancia industrial, análogamente á lo que se observa en el extremo septentrional de la provincia de Córdoba, existen otras de secundario interés, que á continuación se expresan, en la de Sevilla:

Cuenquecita del Biar.—Atendiendo á las indicaciones de Lan (2), se marcó triásica en el Mapa general una manchita de areniscas y pudingas todavía insuficientemente descrita, situada á orillas del Biar al N. de Cantillana. En los montes comprendidos entre la sierra Atraviesa y la de Castilblanco, reconoció, sin embargo, dicho ingeniero dos edades distintas: una inferior, que debe ser hullera; otra superior, más claramente triásica.

La inferior se compone de siete ú ocho hiladas de pudingas, llamadas *chinorro* en el país, separadas por arcillas pizarreñas y samitas rojas arcillosas. Las pudingas están formadas por cantos cuar-

(1) Las especies precedidas de un asterisco fueron comprobadas por Saporta.

(2) *Notes de voyage sur la Sierra Morena et Sur le Nord de l'Andalousie. Ann. des Mines*, 5.ª serie, tomo XII, pág. 564.

zosos y placas de samita de diversos tamaños, unidos por una arcilla ferruginosa poco coherente. Las samitas son de grano grueso; pasan á conglomerados por la mezcla de algunos cantos sueltos, y son algo calíferas en ciertos puntos, así como las arcillas, que son de diversos colores, algo feldespáticas, con manchitas ocráceas, y contienen restos de *Alethopteris Grandini*, *Pecopteris*, *Calamites* y *Asterophyllites*. Entre ellas encajan dos lechos de carbón que por su pequeño espesor, comprendido entre 10 y 25 cm., resultan inaprovechables. Excepcionalmente en el barranco del Pocito, al SE. de San Benito, una de esas capas midió en corto trecho más de medio metro.

Todas las capas yacen discordantes sobre pizarras cambrianas, arqueándose en una especie de comba sinclinal, en cuya parte media están casi del todo horizontales. Diversos diques ó islotes de porfiritas y espilitas metamorfosean las rocas sedimentarias, pues en su contacto se penetraron de sílice, se endurecieron y tomaron un color blanquecino.

La prolongación de las cuencas carboníferas de Villanueva y del Biar por bajo del mioceno del lado opuesto del Guadalquivir, es un problema de mucho interés científico é industrial, expuesto hace tiempo por varios observadores, entre otros por D. Francisco Luján, quien refiriéndose al segundo dice que «aun cuando su riqueza mineral no es de importancia, es de mucho precio su estudio, puesto que penetrando en el golfo de la sierra y buzando al S. en dirección de los llanos de Sevilla, como el de Villanueva, se puede creer sean los dos las cabezas de un gran depósito que continúa en dirección del S. y de la cuenca del Guadalquivir, cubierto por el terciario (1).»

Así parece lo comprobaron los sondeos que en 1841 y 42 practicó el coronel Elorza en ambas cuencas. El primer sondeo á la izquierda del Huesna, cerca de su confluencia con el Guadalquivir, en la de Villanueva cruzó las capas siguientes, en 120^{m},80 de profundidad: 1.°, caliza basta miocena, alternante con arena, 18,72; 2.°, arcilla margosa gris, 10,50; 3.°, arcilla de color obscuro, 11,77; 4.°, are-

(1) *Mem. R. Acad. Ciencias*, tomo I, parte 1.ª, pág. 34.

nisca basta, pasando á pudinga, 5,29; 5.°, pizarra arcillosa con carbón, 13,35; 6.°, arenisca basta, 15,74; 7.°, arcilla pizarrosa bituminosa, 1,07; 8.°, arenisca basta, 8,03; 9.°, arcilla pizarreña bituminosa, 15,23; 10, carbón, 0,35; 11, arcilla pizarreña bituminosa, 4,39; 12, carbón, 1,70; 13, arenisca basta, 10,86; 14, carbón, 1,32; 15, arena y pizarra, 0,60; 16, arcilla pizarreña bituminosa, 1,88. En resúmen: después de 29^{m},22 de espesor á que allí se reduce el mioceno, sigue en más de 90 m. una alternancia de arcillas pizarreñas y areniscas con la intercalación de tres capas de carbón.

El segundo sondeo, que se situó á la derecha del Biar, cerca de su unión con el Guadalquivir, y el tercero, fijado una legua más arriba, cruzaron repetidas alternancias de arcillas y pudingas rojizas iguales á las de la cuesta de Montegil, sin llegar á capa de carbón hasta las profundidades de 153,80 y de 73,54 en que repentinamente se abandonaron. En el segundo, á los 54 m. dice Luján que cayó la sonda 1 m., y se oyó en el mismo instante una detonación profunda y terrible que duró cerca de una hora y que espantó á los trabajadores, producido este ruido por la caída de las aguas superiores en alguna caverna interior. En el tercer sondeo atravesó la sonda una capa de arena ferruginosa de 28 cm. de espesor que dió aguas ascendentes hasta la superficie del terreno.

Cuenquecita de Guadalcanal.—Antiguamente debieron estar unidas á las manchitas hulleras de Badajoz otras tres muy inmediatas á esta provincia, encajadas en el cambriano de las vertientes orientales de la sierra de Guadalcanal, al N. de esta villa. No pasan entre las tres de 4 km. cuadrados de superficie; son de idéntica composición que las acabadas de reseñar; carecen de interés industrial; en parte cubren los conglomerados de la base del cambriano, y en parte las pizarras estrato-cristalinas. En las hulleras de la manchita que cruza el camino de Guadalcanal á Azuaga, abundan principalmente los *Pecopteris polymorpha* y *P. oreopteridea.*

Manchitas de San Nicolás.—Son cuatro que ocupan una extensión de 8 km. cuadrados: una á corta distancia al S. de Alanís, tocando su extremo N. en un asomito diabásico; otra mayor al E. de San Ni-

colás del Puerto; otra todavía más á Levante cerca de los confines de Córdoba, y otra, la más grande, al S. de San Nicolás, casi toda sobre la izquierda del Huesna, tocando también por el N. á otro islote de diabasa. Todas se apoyan sobre las calizas cambrianas, según se indica en la figura 35.



Fig. 35.—Corte de la cuenca de San Nicolás del Puerto, según el Sr. Macpherson.

En esta cuenca existen señales de movimientos oscilatorios ocurridos cuando se depositaron sus capas, las cuales avanzaron gradualmente mientras su suelo descendía poco á poco. Sobre las calizas cambrianas, 1, se apoyan discordantes las pizarras hulleras, 2, de colores claros, cubiertas á su vez por samitas carbonosas y areniscas ricas en restos de plantas, 3, con algunos lechitos intercalados de carbón que apenas llegan á 1 cm. de espesor, terminando la formación por gruesos bancos de pudingas, en las que entran cantos procedentes de todas las formaciones antiguas de esta parte de Sierra Morena.

En el manchón más meridional, que existe cerca del cortijo de la Berruga, el sistema está representado únicamente por areniscas con troncos vegetales de grandes dimensiones.

Badajoz.

Con la alineación general de NO. á SE. que en la región mariánica tienen las manchas de sus formaciones, encajan muy discordantes, entre el siluriano de esta provincia, varias fajitas carboníferas alargadas, hallándose representadas en las mayores las dos divisiones principales del sistema. La mayor se extiende desde Fuente del Maestre á Los Santos de Maimona, entre el ferrocarril de Zafra á Mérida

y el río Guadajira; y en su parte inferior se compone de una caliza gris azulada, de fractura desigual, compacta ó espatizada en sitios por los muchos restos de crinoides, alternante con una pizarrilla arcillosa deleznable, en la que se ven el *Productus giganteus* y restos de otros braquiópodos. Sus capas se levantan muy plegadas, y sobre ellas se apoyan las rocas hulleras, que comienzan por un conglomerado de guijo menudo, al que sucede la alternancia de areniscas y pizarras arcillosas cruzadas por grietas en todos sentidos, y en las que abundan las impresiones de *Lepidodendron licopodioides*, *Calamites cannæformis*, *Stigmaria ficoides* y *Sphenophyllum emarginatum*, hallados en Berlanga, la sierra Cabrera de Llerena, etc.

Algunos kilómetros más al SE., entre Fuente de Cantos y Villagarcía, hay otra manchita de análogos caracteres, y en la cual se descubrieron capitas de hulla tan delgadas que carecen de importancia industrial.

Tampoco la tienen otras dos manchitas mucho más pequeñas que á la derecha del arroyo Galapagal, entre Fuente del Arco y Reina, están representadas por pizarras arcillosas y arcillo-carbonosas con impresiones de vegetales, entre las que se intercalan lechos de combustible discontinuos de pocos centímetros de espesor, cubiertos por areniscas de grano grueso, amarillentas, tránsito á conglomerado de guijo menudo. Con la inclinación de 15 á 20°, esos lechos, según Luján (1), yacen discordantes sobre las pizarras que califica de silurianas, si bien, como las otras de Extremadura, se dibujan entre el cambriano en el Mapa general.

Huelva.

Ni la caliza de montaña, ni los tramos hullero medio y superior, están representados en la provincia de Huelva; pero, en cambio, el Culm se extiende perfectamente caracterizado en más de 1000 km.

(1) *Mem. R. Acad. Ciencias*, tomo I, 2.ª parte, pág. 32.

cuadrados, compuesto esencialmente de pizarras arcillosas y de grauwackas compactas ó pizarreñas. Por diversos efectos metamórficos, las pizarras pasan en varios sitios á filadios suaves al tacto y lustrosos, ó se hacen micáferas, cloríticas ó silíceas, según detallaré más adelante, presentando, así como las grauwackas, mucho parecido con iguales rocas del cambriano.

Atendiendo á que el grano de aquéllas sea más fino ó más grueso, el Sr. Gonzalo considera dos subtramos, y opina que tales depósitos se efectuaron en el fondo de un mar cuyas condiciones fueron más propias para la vida de los seres organizados que las del siluriano, pues de otro modo no se explica la rareza de especies de este último, ya que al S. del macizo estrato-cristalino sólo se conoce el yacimiento fosilífero de *Nereites* de Santo Domingo (Portugal). En cambio, son varios los puntos de esta provincia donde se han encontrado el *Goniatites sphæricus*, Mart.; la *Posidonomya Becheri*, Gold., y otras especies asociadas á éstas.

«La distribución y composición química de los sedimentos del Culm, agrega el mismo Sr. Gonzalo [1], demuestran que se repetían los arrastres por períodos más ó menos largos. El horizonte más potente, ó sea el de las pizarras, exigió grandes cantidades de limo arcilloso en un gran transcurso de tiempo. El que se compone de capas alternantes de esta roca y de grauwacka, en estratos de variable espesor, indica ciertos períodos en que abundarían más que los limos arcillosos otros materiales detríticos de rocas preexistentes de distinta naturaleza. Así, los pedacitos de filadio implantados en la pasta de la grauwacka hacen suponer que existían filadios en aquel tiempo entre las rocas de las costas; y los elementos silíceos, talcosos y feldespáticos, así como la mica, denotan que las formaciones arcáicas contribuyeron poderosamente con sus derrubios. La gran cantidad de grauwacka del subtramo superior demuestra la preexistencia de un gran macizo, en el cual los filadios estuvieron en escasa proporción, y situado al S. del espacio que ocupa actualmente la formación carbonífera.

(1) *Descrip. fís., geol. y minera de la prov. de Huelva*, tomo I, pág. 527.

»Los reducidos espacios donde las acciones metamórficas se manifiestan en el subtramo, y el radicar aquéllos precisamente en los parajes donde ocurrieron las emanaciones metalíferas, indican la relación íntima que existió entre ambos fenómenos; y la abundancia de venillas de cuarzo en dichos centros, acusa que la mayor parte de la sílice debió su origen á iguales causas que esos minerales metalíferos, sin duda con la intervención del agua. Finalmente, las diferencias petrológicas de las rocas del subtramo inferior comparadas con las del superior, se explican por la mayor intensidad de las metamorfosis efectuadas en aquél.»

La dirección media de las capas del subtramo superior del Culm resulta ser O. 22° N., ó sean 9° más al N. que la del inferior, cuya diferencia está en relación con la mayor abundancia en este último de las rocas hipogénicas, cuyas manchas se arrumban casi de E. á O. en esta provincia. El buzamiento es las más de las veces septentrional; y aunque en muchos sitios los estratos se alzan casi verticales, su inclinación baja de 45° en varios parajes.

SUBTRAMO INFERIOR

Industrialmente es el más importante, é igualmente que en el siluriano se notan en sus rocas variadas metamorfosis en la gran zona donde asoman el eruptivo y los criaderos metalíferos. Abundan en sus estratos los nódulos lenticulares y arriñonados orientados, según las caras de junta, de 10 á 30 cm. de diámetro, alineados en largas filas rectas, encerrando con frecuencia restos orgánicos en su centro, ó un trozo de pirita ó de hidróxido de hierro. Gracias á los fósiles encontrados en ellos, se ha podido fijar la edad de este sistema en el extremo SE. de la Península.

Del mismo modo que para el siluriano, el Sr. Gonzalo examina diversas zonas que sucintamente voy á describir.

Zona de Riotinto.—Los filadios arcillosos grises suaves al tacto, con pizarras y alguna grauwacka pizarreña de grano fino, en capas

muy levantadas, plegadas y desgarradas, se observan en el barranco Gonzalo, donde son muy manganesíferos. A L. de la aldea del Ventoso, la pizarra de la Majada contiene nódulos con *Goniatites sphæricus*, *Posidonomya Becheri* y otros restos fósiles, de que también hay señales al O. de la villa de Nerva, en una pizarra que constituye el vértice de un eje anticlinal. Los filadios lustrosos forman otro entre el río Agrio y La Peña del Hierro, con buzamientos al N. 12° E. y al S. 12° O. Entre las pizarras blandas y grises de Riotinto, sumamente fraccionadas en todos sentidos, se encuentran además de las dos especies citadas las *Posidonomya lateralis* y *constricta*.

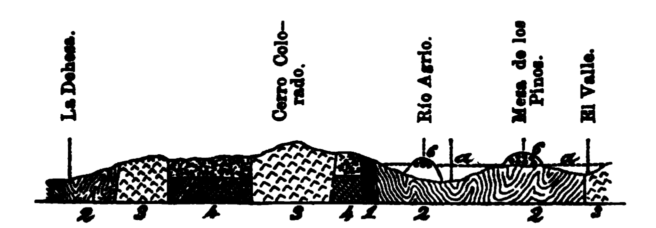


Fig. 36.—Corte por el cerro Colorado, según el Sr. Gonzalo.

En el contacto de la masa piritosa del S. del cabezo Salomón, tras la salvanda del criadero metalífero, á un filadio negruzco siguen pizarras fosilíferas, las cuales continúan por todo el valle repetidas veces plegadas hasta el pórfido del río Agrio. Con el intermedio de las masas piritosas y porfídicas, al N. del citado cabezo y loma del Colorado, se extienden las mismas pizarras hasta las rocas hipogénicas de las sierras de Cecimbre y Padre Caro, con lechos discontinuos de grauwacka pizarreña verdosa de grano muy fino, buzando principalmente al primer cuadrante. Esta localidad es una de las más favorables para conocer los poderosos efectos de la denudación de las rocas y la edad en que ocurrieron, posterior al terciario, pues en éste se depositó el manto ferruginoso, á juzgar por la flora que en él se encontró al explotarlo. En la figura 36 se representan las formaciones que por allí se presentan.

1. Filadios lustrosos, suaves al tacto.—2. Pizarras y filadios fosilíferos.—3. Pórfidos.—4. Pirita ferro-cobriza cubierta por una montera ferruginosa.—5. Manto de toba ferruginosa que desciende hasta el nivel *a*.

Por un desmonte de la línea férrea se descubrieron al NO. de la Mesa de los Pinos dos de las muchas fallas que desgarraron las formaciones de esa comarca. Los profundos cauces del río Tintillo, del barranco Rejoncillo y quebradas afluentes se abren en las mismas pizarras, prolongadas por la mina *Chaparrita* hasta el Escorialejo, al pie de la sierra de la Navarra, con algunos lechos de grauwackas en Las Aguzaderas y otros parajes del término de Almonaster.

Zona de los Montes Blancos.—Al O. de Las Aguzaderas el ferrocarril minero de *La Poderosa* cruza las mismas rocas al otro lado de la ribera de Las Cañas y en la divisoria de la Seca y del Odiel, inclinando 70° N. 8° E. junto á las masas hipogénicas de las sierras del Monago y Obejera. La pizarra hojosa agrisada predominante, con lechos de la tabular, se pliega repetidas veces hasta las minas de manganeso de La Grulla, abiertas en rocas metamórficas.

Continúa la misma formación con iguales caracteres estratigráficos entre la ribera Seca y la Escalada; desde ésta á la de Olivargas los filadios se hallan tan metamorfizados, que se confunden con los silurianos; predominan las pizarras arcillosas al S. del cerro Pimpollar, y se intercalan entre aquéllos algunos bancos de grauwacka muy inclinados al S. 15° O. en el monte Labradillo, alterándose gradualmente la composición de dichas rocas á medida que se aproximan á los asomos hipogénicos del Cerro.

Zona de Zalamea la Real.—Zalamea es uno de los centros donde mayores alteraciones de composición sufrieron los materiales sedimentarios, notándose en éstos diversos grados de transformación. Las pizarras del culm, fuertemente replegadas, pasan á filadios abigarrados muy hojosos, que se endurecen junto al río Tintillo, aumentando su proporción de cuarzo; más al N., en el Risco Blanco, se descomponen, se decoloran y se hacen muy deleznables en contacto de los jaspes manganesíferos, hasta volver á sus caracteres norma-

les cerca del barranco Rejoncillo, donde alternan las grauwackas finogranudas.

Las mismas pizarras arcillosas de Zalamea, acompañadas de las metamorfoseadas por el S. y de los filadios por el N., se prolongan á la aldea del Villar, donde se acuñan en las diabasas, y algunos de sus lechos están acribillados de hoyuelos elípticos rellenos por una substancia arenosa endurecida. Con diversas inclinaciones al S. y N. se aproximan los estratos á la dirección E. á O. á medida que se acercan á las rocas hipogénicas de la Venta del Puerto. Más al S. alternan estas últimas en fajas paralelas con pizarras normales y otras diversamente metamorfoseadas; y en el espacio comprendido entre la ribera de Los Aldeanos y el Odiel abundan los nódulos endurecidos entre las caras de junta de los filadios, cuyas capas, más plegadas y levantadas que las de pizarra, se alínean entre O. 17° N. y O. 24° O., con fuertes inclinaciones septentrionales. En algunos de esos nódulos se ven señales de fósiles á 2 km. al N. de la unión de la ribera Olivargas con el Odiel.

Alrededores de La Zarza.—Más al N., los criaderos de La Zarza encajan en pizarras rojas y amarillas con porcelanitas y jaspes relacionados con diversas manchas hipogénicas. Aquéllas se hacen tabulares en las solanas del Cerrejón, y contienen nódulos con *Goniatites* al N. del Perrunal. A 2 km. O.NO. de las minas, término del Cerro, junto al huerto de May-Díaz, abundan los ejemplares de la *Posidonomya Barroisi* en los filadios agrisados, blandos, muy foliáceos y suaves al tacto, inmediatos á los pórfidos del Cerrejón que los desgarró y comprimió en todos sentidos, marcándoles la alineación O. 5° S. En el cerro del Guijarro, al SO. de la mina, abunda el cuarzo blanco; algunos filadios se hacen silíceos, micáferos y muy semejantes á los silurianos; en la loma de Cañada Lengua se marcan tres anticlinales con inclinaciones al S. 20° O. y al N. 17° E., y en el valle Vicioso se desvían las capas al O. 8° N.

Zona de Calañas.—En la dehesa Boyal de Calañas las pizarras hojosas con venillas de cuarzo son blandas; están muy plegadas y rizadas en la dehesa Vieja, siguiéndolas los filadios lustrosos á la de-

recha del Hornito hasta su contacto con las rocas hipogénicas. En la dehesa de Abajo del término del Cerro, en la del Caballo de Villanueva de las Cruces y el Aguijón de Calañas las metamorfosis de coloración y textura son muy intensas, con extraordinarias cantidades de cuarzo y óxidos de hierro y efectos dinámicos muy grandes en sus filadios y pizarras tabulares ó prismáticas, acompañadas á trechos de grauwackas de grano fino, prolongados todos al S. de Los Villanos, donde conservan mejor sus caracteres normales. Restos orgánicos se perciben por las trincheras inmediatas del ferrocarril de Zafra y á la izquierda del Odiel, al N. de cuyo río abundan pequeños tallos vegetales en las caras de contacto de las pizarras y de una grauwacka pizarreña de grano fino, encontrándose también artejos de crinoides.

Zona de Villanueva de las Cruces y El Alosno.—Más que los filadios metamorfoseados en su coloración, abundan en Villanueva de las Cruces las pizarras arcillosas, las cuales, en el barranco de la Pimienta, inclinan ligeramente al N. y contienen varias *Posidonomyas* y la *Edmondia scalaris*. Siguiendo desde ese punto el camino de las minas de Tharsis, pasado el arroyo Cascabelero, en el filadio arcillo-talcoso acompañado de grauwacka, hay nódulos endurecidos con señales de *Goniatites* ó rellenos en su centro por limonita. Moldes del mismo género y ejemplares de *Posidonomya Becheri* se encuentran además en el río Oraque, cuyas pizarras tabulares se desprenden en grandes losas inclinadas 85° N. 27° E.

A las pizarras en gruesas capas de Villanueva de las Cruces, siguen hasta el arroyo Cascabelero los bancos, aunque escasos, de grauwacka pizarreña; después se presentan filadios y pizarras grises, á las que suceden cinco fajas alternantes de otras pizarras y grauwackas diversamente inclinadas hasta la Majada Nueva. Entre ésta y la cumbre de Siete Barrios predominan los filadios, que pasan á rocas metamorfoseadas de pasta eurítica y estructura hojosa, acompañados de pórfidos, diabasas y criaderos metalíferos. Entre Siete Barrios y el Zahurdón Alto los mismos filadios contienen nódulos silíceo-arcillosos con señales de *Goniatites* y *Posidonomyas* en las cerca-

nias de la Zarza. Otros vestigios parecidos á anélidos se ven en las pizarras del molino del Oraque, rocas que, con las grauwackas pizarreñas, constituyen por ahí escabrosas márgenes, empinados cerros y profundos barrancos de grandes pendientes. Las mismas rocas con nódulos fosilíferos y en estratos confusamente alineados, se alzan en la cumbre de las Peñas.

Los desmontes del ferrocarril del Tharsis descubrieron interesantes yacimientos fosilíferos, sobre todo en el kilómetro 9.°, por la dehesa del Medio Millar, donde más que las grauwackas abunda la pizarra lustrosa, blanda, gris verdosa, de fractura desigual. Además de la *Posidonomya Becheri* se encuentran las *P. Cortazari* y *Gonzaloi*, *Streblopteria Egozcuei*, *Edmondia? Macphersoni*, *Goniatites sphæricus*, *Orthoceras* y un anélido que puede corresponder al género *Crossopodia*. Los nódulos en que tales especies se encierran contienen cierta proporción de sílice á la que deben su dureza, y más comunmente que restos fósiles, suelen envolver cristales cúbicos de pirita de hierro, reducidos á veces á un hueco relleno en parte por limonita pulverulenta.

La *Posidonomya Becheri* y el *Goniatites sphæricus* se encierran también en los filadios abigarrados de la dehesa de Siete Barrios, muy poco inclinados al N. 17° E., y vestigios parecidos se recogieron en la dehesa de la Higuereta, donde se ven impresiones vegetales al N. del cerro de las Puercas, dehesas de La Tiesa y Rinconcillo, campos de Abajo y de San Benito. Por todos estos parajes continúan las mismas rocas en capas muy levantadas y plegadas y con extraordinaria abundancia de cuarzo.

SUBTRAMO SUPERIOR

Abunda más que en el anterior la grauwacka compacta en estratos regulares, alternantes por largos espacios con pizarras arcillosas de grano basto, menos lustrosas y de colores menos vivos que las del subtramo anterior. Todas las rocas, lo mismo que las de este úl-

timo, están cruzadas por hendiduras oblicuas á la estratificación, ocupadas por cuarzo blanco, sobre todo en la grauwacka.

Manchón de la alquería de la Vaca.—Al O. de la alquería de la Vaca la grauwacka, alternante con pizarras de grano basto, es amarillenta, verdosa ó parduzca cuando su alteración es mayor, granuda con trocitos de filadio negruzco. Algunas de esas pizarras pasan á tabulares y á filadios de hojas delgadas, advirtiéndose, como es lo general, diversos pliegues en que el buzamiento septentrional predomina. Las fajas alternantes de esas rocas continúan á la cumbre de Valdecampero, donde están influenciadas por la masa hipogénica del Salto del Lobo. Más al S., al otro lado de la ribera Malagón, los bancos están sumamente rotos y quebrados por diversas fallas, hasta perderse la continuidad de los mismos en el tortuoso barranco del Acebuche y otros inmediatos.

Zona de Sanlúcar de Guadiana.—Alternan igualmente en Villanueva de los Castillejos las grauwackas con las pizarras arcillosas, conteniendo estas últimas, en el embarcadero de La Laja, impresiones de *Posidonomya Becheri* y *P. vetusta*. Más al N. adquieren mayor desarrollo las pizarras hasta los criaderos de manganeso de Santa Catalina, próximos al siluriano; y cerca de dicho embarcadero, las repetidas rocas alternantes marcan una falla en el acantilado del barranco del Berón.

En Sanlúcar de Guadiana las pizarras estuvieron sujetas á grandes compresiones y variados efectos metamórficos relacionados con los criaderos de manganeso, y otro tanto sucede en el citado Villanueva, cuyas pizarras lustrosas, de fractura desigual y variados colores, forman multiplicadas ondas y roturas. Al S. del mismo pueblo alternan con las grauwackas duras compactas y con trocitos de filadio, las pizarras de grano grueso, y otras delgadas y saltadizas ligeramente inclinadas al N.NE. Al S. del pueblo, en las que pasan á arcillas pizarreñas endurecidas, se muestran impresiones de las *Posidonomyas Becheri, lateralis* y *vetusta*.

Las mismas rocas continúan por San Silvestre y Villablanca hasta Ayamonte. A las grauwackas de tintes verdosos y parduzcos, ya duras

y dentelladas en la superficie, ya muy deleznables, cruzan numerosas venillas de cuarzo; y en las pizarras arcillosas es más general el color gris negruzco, ofreciendo los estratos diversos cambios de inclinación, si bien la de 45° es la más frecuente. La dirección oscila entre O. 2° N. y O. 27° N., y la más constante es al O. 22° N. Tales dislocaciones deben relacionarse con la aparición de la roca piroxénica, que asoma al N. en la falda oriental del castillo de Ayamonte.

Corte á lo largo del rio Piedras.—Por las escabrosas márgenes del rio Piedras, lo mismo que en Valcampeño y Valdeviña, hay fajas de 50 ó más metros de anchura, que si bien parecen compuestas solamente por grauwackas y pizarras, ofrecen en aquéllas lechitos de

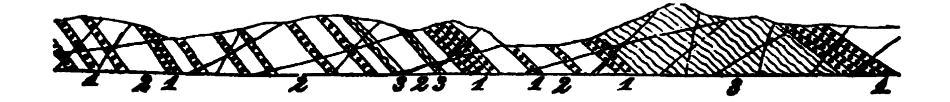


Fig. 37.—Corte del arroyo Doña Alonso, según el Sr. Gonzalo.
1. Grauwacka.—2. Pizarra.—3. Filadio.

las segundas de pocos milímetros de espesor y aun reducidos á un simple enlucido procedente de un limo muy tenue. Esos lechitos representan la interrupción que hubo en la sedimentación de la materia arenácea que constituyó los estratos de la grauwacka; y del propio modo, en las fajas de pizarra se observan delgadísimos lechos de grauwacka pizarreña ó de una roca intermedia formada por una mezcla de arenas y de limo arcilloso.

Las grauwackas compactas y las pizarras grises alternantes en la conclusión del arroyo de Doña Alonso inclinan 35° al N. 12° E.; y como se indica en la figura 37, sus capas se hallan fraccionadas por dos sistemas de fisuras oblicuas: uno alineado al SO., que está mejor señalado, y otro al O. 42° N.

En ciertos estratos, la grauwacka micáfera contiene pedacitos de filadio; en otros, la pizarra es de caracteres intermedios ó muy astillosa, tabular y hasta muy hojosa.

Más al N., en los valles de la Pimienta, abunda la pizarra tabular, así como en la dehesa de Las Yeguas y en Los Bizcocheros abunda la grauwacka alterada. Las mismas rocas alternantes se prolongan á las riberas del Membrillo y Las Culebras, cañada del Gavilán, barrancos del Tomillar y del Cantadero y arroyo del Boronal.

Las pizarras grises, tránsito á filadios, que yacen bajo las grauwackas del arroyo Boronal, junto al camino de Castillejos á Huelva, y se prolongan hasta la faja hipogénica del Almendro, conservan impresiones de la *Posidonomya Becheri*, y en capas muy levantadas se alínean entre el O. 12° N. y O. 27° N.

Inmediaciones del Alosno.—Entre San Bartolomé y El Alosno, la grauwacka micáfera, con trocitos de filadio, abunda más que la pizarra, que tiene muchas venas de cuarzo y está teñida de rojo y amarillo junto á las manchas ferruginosas de la ribera del Aserrador. A la derecha de esta última, las pizarras muy hojosas, con algunas fajas moradas por la influencia de los yacimientos de manganeso, se doblan y desgarran en diversos sentidos, siguiendo á ellas la alternación de ambas rocas, metamorfoseadas en las erizadas márgenes de la Garganta Fría, y todavía más descompuestas junto á los criaderos, rocas cristalinas é hipogénicas de Los Guijos, acompañadas de jaspe rojo y cuarzo blanco. Más al N., entre La Longuera y El Alosno, son frecuentes las pizarras abigarradas con asomos de diabasas, alternando con gruesas capas de grauwacka dura y compacta á la derecha del barranco del Pocillo.

La *P. Becheri*, la *P. constricta* y otras especies existen en el puerto de La Lobilla, cuyas pizarras arcillosas, lustrosas, blandas, suaves al tacto y de variados colores, que estuvieron sujetas á fuertes presiones en todos sentidos, inclinan 60° N.NE. hasta cerca de los criaderos manganesíferos de Risco-Baco.

Mayores fueron los efectos metamórficos al E. del Alosno, pues á la derecha del arroyo Agustino la estratificación y los caracteres petrográficos son muy confusos, precisamente cerca de la línea de contacto con el siluriano, cuyas cuarcitas se muestran, según se dijo, próximas á dicho arroyo y de la ribera Cúbica. Más á L., á la

derecha del arroyo de la Fuente Caballero y en los desmontes del ferrocarril de Tharsis, suelen verse la *P. Becheri* y otras especies.

La misma sucesión de rocas se repite entre San Bartolomé y el ventorro de Rodrigo, asomando bastante rotos y quebrantados los bancos de las pizarras arcillosas más ó menos alteradas del arroyo del Álamo y de las acantiladas y tortuosas orillas de la ribera Meca, junto á los cuales también abundan los filoncillos de cuarzo y la grauwacka dura, pizarreña, de color gris. A 2 km. al NO. del mismo ventorro, las pizarras tránsito á filadio, fuertemente inclinadas al N.NE., se fraccionan en los dos sistemas de fisuras anteriormente expresados, marcándose claramente el alineado al SO. También la *Posidonomya Becheri* se halla en las arcillas pizarreñas de los desmontes de la citada vía, inmediatos al puente de la ribera Meca y de la estación de San Bartolomé, donde la grauwacka alterna con la pizarra en gruesos bancos ondulados. Igual alternativa se mantiene entre El Medio Millar y Gibraleón, intercalándose además filadios, constantemente desgarrados y plegados todos los estratos y con los mencionados sistemas de grietas rellenas de cuarzo. En Gibraleón hay, entre otras, una variedad de pizarra silícea; abundan los nódulos teñidos por óxido de hierro, y á la izquierda del río se han visto algunas impresiones de helechos.

Entre Gibraleón, Beas y Niebla, siguen las mismas rocas con caracteres idénticos, así como entre Niebla y Valverde, con diversos cambios de alineación en las capas y los sistemas de fisuras expresados. Abundan por esa parte los nódulos silíceo-arcillosos, cuyo centro es de pirita de hierro más ó menos transformada en limonita, con señales de las especies fósiles tantas veces citadas.

Igualmente que en los sistemas cambriano y siluriano, las rocas del Culm sufrieron variadas é intensas metamorfosis en la gran zona minera, fuera de la cual apenas experimentaron pequeñas alteraciones. Tales metamorfosis afectaron principalmente al subtramo inferior hasta Villanueva de los Castillejos y San Bartolomé de la Torre por su límite septentrional, y solamente al superior en dicho Villanueva y El Alosno. A causa de estas transformaciones, ocurri-

das en épocas posteriores, los caracteres petrológicos de las capas carboníferas se confunden en muchos sitios con los de las silurianas, haciéndose muy difícil la distinción de ambos sistemas. Se deben anotar los puntos donde las metamorfosis del Culm son más notables.

En contacto del pórfido cuarzoso de Riotinto, se extiende por el cerro Colorado un porfiroide pizarreño blanco verdoso, con cristales de feldespato, acompañado de pizarras abigarradas impregnadas de óxidos de hierro con diversas modificaciones de textura y composición y numerosos filoncillos de cuarzo.

Los asomos hipogénicos de la sierra Javata, cerros del Pie de la Sierra y hasta más allá del Campillo, están envueltos por rocas metamorfoseadas que se prolongan por la sierra Obejera, la ribera Olivargas y hasta los criaderos del Chirrondón y la Zarza. Junto á las minas se reconocen todos los tránsitos, desde las pizarras apenas alteradas hasta los porfiroides; abunda el jaspe rojo manganesífero, y las pizarras fosilíferas se hallan tan laminadas, que se desprenden en finísimas hojuelas reducidas á borrosos dibujos sin relieve las impresiones de restos orgánicos. Cerca de allí se encontró, entre otras, una *Posidonomya* nueva, la *P. Barroisi*.

Grande es la superficie del término de Zalamea la Real, donde las rocas ofrecen caracteres metamórficos muy variados en zonas de contornos muy sinuosos, verdosas ó moradas, afaníticas, con frecuencia de estructura globular ó escoriácea, en este caso por la desaparición del carbonato de cal, que á veces forma vetas. Es constante la presencia del jaspe manganesífero en esas manchas metamorfoseadas, alienadas de E. á O., enlazadas al N. con las de Traslasierra y río Odiel.

El macizo metamorfoseado más septentrional comprende la aldea El Villar, se une con el de la cumbre de Masegoso, llega por L. al camino de Extremadura y por P. á las vertientes del Odiel. Más largo es el que sigue al S., pues pasa por Zalamea, cruza la ribera de Los Aldeanos, al pie de los riscos del Prado, y termina en el Odiel, quedando intercaladas ligeras cuñas de pizarras arcillosas sin metamorfosis perceptible. Otras dos zonitas pequeñas rodean la cumbre

de Fuentelimosa, y otra más meridional se muestra en la venta de La Viña.

Desde cabezo Bua á los riscos de los Gatos, en término de Calañas, se unen á las metamorfoseadas silurianas otras del Culm, representadas por pizarras petrosilíceas y porfiroides, mostrándose más al S. otras parecidas que llegan á la divisoria del Tamujoso y Bordallo.

Escasas son las manchitas metamorfoseadas en el amplio espacio comprendido entre las minas de Tharsis, las arenas diluviales de Valverde y El Alosno. Tocando á la diabasa del arroyo Cascabelero se observa una fajita de pizarras metamorfoseadas, al S. de los filadios sumamente plegados, con caracteres normales. Al O. y al N. del ferrocarril del Tharsis abundan más tales manchones; y así, en la dehesa de la Tiesa concuerdan con las fosilíferas otras pizarras petrosilíceas con jaspes que reaparecen en El Escarabajo, Cabezo de las Puercas y por ambos lados del barranco Tamujosillo, donde se confunden con las silurianas. Entre las minas La Almagrera, La Lapilla y Vulcano existe otra mancha de contorno irregular, donde las diabasas las hicieron petrosilíceas, cloríticas, de colores verdosos, con cristales de cuarzo y jaspes manganesíferos.

A L. y S. del Alosno asoman otras dos filas de rocas metamorfoseadas con otras eruptivas; desde La Longuera hasta los Guijos de Villanueva de los Castillejos aparece otra zona mayor, prolongada al O.NO. en 10 km. desde el arroyo Agustino, y al S. de los jaspes de Las Plazuelas cruza otra la ribera del Aserrador.

Por ambos lados de la ribera Malagón, en término de La Puebla de Guzmán, hasta el Guadiana, se muestran, por fin, otras zonas metamorfoseadas en la cumbre de Valcampero, en las de Mari-Pedro, la Membrilla y Majadal del Mulato.

ARTÍCULO VI

MINERALES

Siendo este sistema el que contiene los principales yacimientos de combustible mineral, apenas hay otro cuyo interés industrial sea tan grande; pero obligado á entrar en numerosos detalles estratigráficos relacionados con las capas de hulla en los artículos anteriores, incluí en éstos los datos concernientes á la composición de los carbones de las diversas cuencas, no quedando más por añadir en esta sección.

CRIADEROS DE COBRE

Los criaderos metalíferos más importantes enclavados en este sistema son los cobrizos, y entre éstos merecen mención, en primer término, los de la provincia de Huelva.

CRIADEROS DE LA PROVINCIA DE HUELVA.—En las págs. 458 y siguientes del tomo anterior se trató de los criaderos cobrizos de la provincia de Huelva encajados en el siluriano, y entre los que asoman en el carbonífero figuran en primer término los correspondientes á las

MINAS DE RIOTINTO.—Situadas entre el Tinto y el Odiel, en terreno áspero y riscoso, enteramente desprovisto de vegetación, han sido explotadas desde la más remota antigüedad con excesivo desorden y deplorable confusión hasta que dejaron de pertenecer al Estado. Desde 1873 una Compañía extranjera desarrolló los más importantes trabajos mineros que se han efectuado en España en nuestro tiempo, con poderosos medios de laboreo y de transporte para obtener una producción de más de un millón de toneladas anuales de mineral, cuya parte más rica se exporta á Inglaterra, destinándose la de baja ley al beneficio en la localidad.

Cinco criaderos constituyen las minas de Riotinto: dos al S. y tres al N. Entre el cerro de Quebrantahuesos y los riscos de Majaencina una masa porfídica, que mide 210 m. de largo al nivel del séptimo piso en la vertical de Puerto Rubio, separa los dos criaderos del S. nombrados de *San Dionisio* y de *Nerva*, ó la antigua Contramina. En los cerros Salomón y Colorado se hallan los tres del N., separados por rocas porfiroides: el más septentrional es el de la *Cueva del Lago*, que se extiende hasta el hoyo de Valtimones; el segundo el de *Salomón*, en la umbría del cerro de este nombre, y el tercero el del *Balcón del Moro*, situado más á P. en la falda del cerro Retamar.

Las pizarras arcillosas que constituyen la caja de los criaderos de Riotinto adquieren caracteres metamórficos muy variados, por las diversas proporciones con que las impregnan los óxidos de hierro, las piritas, la sílice, el carbono y la clorita. Suelen perder el color que les es propio en condiciones normales: á veces se hacen más hojosas ó más compactas; ya resultan muy tenaces, ó se descomponen en una arcilla blanca. En el cerro Quebrantahuesos, sin endurecerse notablemente, están impregnadas de cuarzo y óxido de hierro; en el cerro Salomón y en la parte occidental de San Dionisio se transforman en porcelanitas y jaspes rojos.

La composición de los minerales de Riotinto es bastante compleja, con sujeción á un riguroso análisis; pero industrialmente se reducen á una masa compacta de pirita de hierro, acompañada de cobre en variables y exiguas proporciones, con un poco de sílice como ganga. Un análisis efectuado en Inglaterra por Pattenson dió por resultado en 100 partes: azufre, 48,00; hierro, 40,74; cobre, 3,42; sílice, 5,67; plomo, 0.82; humedad, 0,91; pequeñas cantidades de arsénico, cal, magnesia y oxígeno, y trazas de zinc y de talio. Otro análisis de una tonelada de mineral destinado á la exportación, acusó las proporciones siguientes: azufre, 477,6 kg.; hierro, 439,9; cobre, 36,9; sílice, 19,9; arsénico, 8,3; bismuto, 3,7; zinc, 2,4; cal, 2,3; plomo, 1; magnesia, 0,7; cobalto, 0,5; humedad, 4,8; plata, 40 gramos; oro, 892 miligramos, y trazas de talio y selenio. Anteriormente á estos análisis, se dedujeron de más de 3000 ensayos, he-

chos bajo la dirección de Rúa Figueroa, los siguientes resultados:

1.° Los minerales más ricos son de una riqueza media de 9,15 por 100, y su proporción con el total es de 7,79.

2.° La ley media de los comprendidos entre 4 y 6 por 100 es de 4,89, con una proporción igual á la anterior.

3.° Los más pobres, ó mineral corriente, son del 1,67 por 100, correspondiendo su proporción al 79,81 del total.

4.° La ley media total es del 2,70, que se ascendió al 3 por las Comisiones oficiales de visita y para la venta en 1867 y 71.

La disposición de los trabajos romanos dentro de los criaderos denota que las partes de mayor ley en cobre antiguamente explotadas se distribuian muy irregularmente, variando á cada paso su riqueza, no manifestándose cambios de cierta uniformidad sino en aquellos parajes en que las masas se hallan hendidas por litoclasas, con más frecuencia normales á aquéllos. La mayor ley en cobre se ha observado cerca de los pórfidos, ó sea por el lado del N., y á veces cruzan las zonas más pobres vetillas de menas cupríferas ó de galena pura. La pirita de cobre ó chalcopirita es la que, mezclada intimamente con la de hierro y la arsenical, ó formando nódulos ó venillas, determina el contenido de cobre de los minerales del criadero; pero las menas más ricas se deben especialmente al sulfuro cuproso ó chalcosina, llamada *negrillo* por los mineros, que reviste los lisos de la pirita común, ó también se aisla en filoncillos y venas. Escasea más que las anteriores el cobre gris; á las menas pobres acompaña la blenda con ó sin galena, argentífera cuando impregna la pirita, y pobre si está en venas aisladas.

La debida apreciación de los caracteres físicos de los minerales es muy importante para la clasificación más conveniente, y con la práctica los mismos operarios aprenden á separar menas que apenas se diferencian en $^1/_2$ por 100 de ley. La distribución de los minerales en la masa ferro-cobriza puede compararse con un criadero en *stockwerk*, cuya raíz se halla en el costado norte, y cuyas ramificaciones sinuosas se interrumpen, se cruzan ó se reúnen á trechos.

Las quiebras de las rocas sedimentarias é hipogénicas de la caja

de los criaderos constituyen también en éste diversos sistemas de litoclasas, el más constante de los cuales da á ciertas porciones de las masas piritosas una estratificación aparente, dividiéndolas en fajas de diferente riqueza. En ocasiones son tres esos sistemas que fraccionan las piritas en macizos romboédricos y provocaron la desagregación y el hundimiento de las columnas ó pilares de mineral de las antiguas explotaciones. Varían mucho las alineaciones de esos planos de fractura, y el más señalado al nivel del *Túnel* en el criadero de Nerva, por ejemplo, inclina 76° al N. 20° O.

Como resumen de sus observaciones de las masas de pirita ferrocobriza de Huelva, el Sr. González García Meneses (1) consignó los resultados siguientes:

1.° El cobre no se halla asociado á la pirita de hierro en proporción constante, sino acumulado en las grietas formando sulfuros y oxisulfuros.

2.° La parte más rica en cobre es la inmediata al muro de los criaderos, porque siendo éste generalmente impermeable, las aguas interiores que cruzaron la masa metalífera se detuvieron, acumulándose en él.

3.° El máximo de metalización llega á una profundidad determinada, pasada la cual decrece rápidamente hasta desaparecer, guardando relación el crecimiento y decrecimiento de la ley de cobre con la mayor ó menor facilidad que encontraron en su curso las aguas interiores.

4.° Los filoncillos, manchas y vetillas de pirita interpuestos entre las pizarras que forman las cajas estériles de estas masas, son de sulfuros de cobre y hasta de cobre nativo, por donde penetraron las aguas interiores; y son de piritas de hierro puras, ó pobrísimas en cobre, los de la parte opuesta ó de salida de esas aguas.

5.° La riqueza relativa en cobre de estas masas análogas de pirita de hierro guarda relación con la posición de sus alturas, principalmente de la zona y con los macizos de intrusión que están en

(1) *Act. Soc. esp. Hist. nat.*, tomo XVIII, pág. 21.

sus inmediaciones. Así, la mina más rica en cobre, cuya ley pasa del 4 por 100, es la *Sotiel-Coronada,* que sólo está 50 m. sobre el nivel del mar; y en cambio la más pobre, pues sólo encierra vestigios de ese metal, es la *Confesonarios,* la más alta de todas las de la misma región.

Siguiendo la Memoria del Sr. Gonzalo Tarín, completaré estas ideas generales con algunos detalles relativos á los diversos criaderos de Riotinto.

Criadero de Nerva.—Forman su pendiente por el S. las pizarras arcillosas del Culm con algunos filadios carbonosos, y su yacente las rocas metamorfoseadas cristalinas y el pórfido cuarzoso; mide en los asomos 1700 m. de longitud desde Puerto Rubio hasta cerca del cerro Quebrantahuesos; tiene variable inclinación al S. 12° 15′ O.; su mayor espesor reconocido fué de 126 m. en el nivel del séptimo piso, y la mayor profundidad á que se llegó con sondeos fué de 160, contados desde la superficie de separación entre la masa de piritas y el sombrero de hierro, cuya altura está comprendida entre 10 y 15.

Varía mucho el espesor de tan enorme criadero, y su relleno fué muy irregular, pues por la parte de L., donde sus inflexiones son mayores que á P., oscila aquél entre 18 y 136 m. en el nivel del *Túnel* ó *Socavón núm.* 2, siendo mucho mayores las inflexiones del respaldo septentrional que las del opuesto. Como prolongación del ensanche de L., hay un largo apéndice delgado y poco hondo hasta un poco más allá de la galería *Alta de Nerva;* mientras que el ensanche occidental conserva hasta Puerto Rubio, donde termina, mayor grueso. En este extremo de P., aunque se extingue el criadero, todavía se desparraman vetillas y masas muy pequeñas de pirita entre las rocas que le separan del de San Dionisio.

Se advierte en profundidad alguna reducción en el espesor y en la longitud del criadero, cuya última dimensión es sólo de 1156 m. al nivel del séptimo piso, siendo mucho más rápida hacia L. la disminución del grueso del criadero que en el rumbo opuesto. Por regla general, las porciones más regulares y estrechas del criadero alcanzan mayores profundidades que los grandes ensanches; pero advierte

el Sr. Gonzalo Tarín [1] que si bien, á nivel más bajo que el del *Túnel*, el relleno de piritas presenta condiciones de continuidad, no es de presumir que la parte inferior tenga en volumen y ley en cobre la importancia que se observó en el macizo superior, ya casi explotado, entrando, por lo tanto, en un período muy avanzado de decadencia este criadero.

Criadero de San Dionisio.—Está reconocido en longitud y anchura por medio de galerías reales y traviesas que forman dos pisos correspondientes con el socavón de *San Roque* y *El Túnel*, entre los cuales se estableció otro intermedio. Al nivel del primero mide el criadero la longitud de 1050 m., con un ancho máximo de 100, y se ha comprobado la continuidad del mineral hasta la profundidad de 148. Sus condiciones de yacimiento son idénticas á las del anterior, y como sus superficies de contacto con la caja son muy sinuosas, semejantes á las de un filón, debe desecharse la idea equivocada de considerarlos como masas de figura lenticular. La montera ferruginosa es de unos 47 m. en la parte más ancha.

Con un ancho medio de 20 m. y alineado al NO., en la longitud de 500 su extremo oriental, forma una inflexión brusca, á partir de la cual, marchando á P., tuerce al O. 14° N., aumentando repentinamente á 48 m. de espesor; asciende luego hasta 100 m. en otros 50 de largo, para decrecer nuevamente á 29, luego á 47 y terminar en cuña. En conjunto, inclina de 60 á 76° S. 22° O. Hasta el tercer nivel se calculó una existencia de 10.000000 de toneladas, aumentando todavía la riqueza en profundidad.

En este criadero abunda más que en el de Nerva la proporción de pirita de cobre, en nódulos ó venas aisladas, acompañadas de cuarzo blanco, amorfo ó cristalizado, y de filipsita. Cutículas muy finas de chalcosina ó sulfuro cuproso suelen revestir su masa, en que también se ven los otros minerales anteriormente citados, llegando la ley en cobre del 7 al 8 por 100, y siendo raro que baje del 4.

Criadero del Balcón del Moro.—Por más que en la superficie los

(1) Loc. cit., pág. 317.

caracteres exteriores no acusan su aislamiento, al N. de los cerros Salomón y Colorado hay tres criaderos cuyas masas ferruginosas se unen entre sí. Las del Balcón del Moro se extienden mucho más que el criadero y están cubiertas por un manto detrítico en contacto con rocas porfiroides estratiformes, que tiene hasta 28 m. de espesor. Por el lado del N. se marcan bien sus límites, hasta los riscos de pizarras que tienen el mismo nombre y le sirven de techo, llegando su muro á dichas rocas porfiroides al pie del citado cerro Colorado.

A juzgar por las grandes masas de escorias allí acumuladas, debieron ser muy importantes las explotaciones fenicias y romanas de esta masa, que en el pico primero de las labores modernas mide 77 metros de ancho con una longitud de 725, y la concentración de las substancias cupríferas debió ser mayor que en los otros criaderos del S., no habiendo dejado los antiguos más que porciones donde la pirita acusa un contenido en cobre igual al de los otros depósitos.

Criadero de Salomón.—Se extiende por las umbrías del cerro Salomón hasta el hoyo Valdetimones; mide un largo de 450 m. y un ancho máximo de 180; sus piritas son de escasa ley, habiendo explotado los antiguos las zonas más ricas, disminuyendo rápidamente su importancia á mediana profundidad.

Criadero de la cueva del Lago.—Entre la cueva del Lago y el hoyo Valdetimones se dirige al O. 28° N., inclinando 40° N.NE. por el lado del muro y 74° en el techo; su longitud en los pisos superiores es de 300 m., y su ancho de 75. El contorno en las secciones horizontales es irregular, señalándose en su yacente una protuberancia por su mitad occidental. El espesor de su montera ferruginosa varía entre 22 y 36 m. Por el lado del N. la penetración de las substancias metalíferas en las rocas metamorfoseadas y las porfídicas de la caja se extendió hasta unos cuantos metros del hastial del techo, pero con escasa metalización.

La pirita de este criadero es muy pobre en cobre, cuya ley no pasa de 2,5 por 100, si bien en la proximidad de las rocas porfiroides hay algo de chalcosina y chalcopirita, que también penetran en filoncillos entre las grietas de sus hastiales terrosos.

Criadero del Valle.—Encaja entre las pizarras del Culm y el pórfido del Pie de la Sierra; tiene un sombrero de hierro bien caracterizado, y su extensión es mucho más pequeña que la de los anteriores.

Otros criaderos cobrizos de Huelva.—*Minas de la Zarza ó de los Barrancos.*—Después de las de Riotinto y de Tharsis, éstas son las más importantes y radican á 6 km. al N. de Calañas, junto al escueto cerro de los Silos, con cuyo nombre son también designadas. Desde la dominación de los romanos, que en parte las explotaron, hasta 1853, en que comenzaron á registrarse, se hallaron en completo abandono; comenzó su laboreo moderno en 1859, y construído después su ferrocarril, se arrancaron 1.205884 toneladas desde 1867 al 1888.

También se hallan muy dislocadas y metamorfoseadas las pizarras del Culm en que asoman sus criaderos, generalmente arcillosas, á veces silíceas, en sitios con diversos cambios de coloración, en otros convertidas en arcilla blanca y en otros cristalinas, transformadas en porfiroides ó pasando á porcelanitas y jaspes rojos. También hay cerca, por las cumbres del Cerrejón y otras, algunos asomos hipogénicos, junto á los cuales, en la prolongación de los criaderos, abundan las vetillas de cuarzo entrecruzadas á modo de redes.

El criadero más occidental es el del *Perrunal;* á 250 m. más al E.NE. se halla el de los *Silos*, y más al SE. existe el de *La Algaida* y *Agua Fria*, en cuyo barranco hay una zona de pizarras cupríferas. El primero se acusa en una longitud de 300 m. y 30 de ancho que tiene su montera ferruginosa, de igual modo que el último, cuyos crestones de hidróxidos, acompañados de toba, se alinean al O. 28° N.; pero ninguno de ellos es bastante conocido todavía.

La masa del de los *Silos* es irregular, alargada al E. 10° N., casi vertical, de 85 m. de espesor máximo en el segundo piso, hallándose fraccionada en diversas fajas por otras varias intercaladas de pizarras que desaparecen en profundidad. Las del pendiente ó costado septentrional son muy duras, de color obscuro, compactas y tan penetradas de pirita en algunos puntos, que acusan hasta 12 por 100

de cobre; las del yacente son blandas y aplanadas, interponiéndose entre ellas y el criadero, á modo de salvanda, una roca arcillosa blanca, sin vestigios de materia metalífera, procedente de la descomposición de las mismas pizarras. Las fajas que hacia el promedio atraviesan ó se intercalan en la parte superior del criadero son de una roca muy metamorfoseada, blanca y de textura granuda, impregnadas de mineral hasta una ley del 4 por 100 de cobre.

El mineral de la masa de los *Silos* es de los más duros y compactos, con zonas irregulares que tienen hasta el 7 por 100 de dicho metal, siendo las más pobres las de su costado meridional, y entre las cuales las de su extremo de Levante apenas acusan $^1/_2$ por 100. En los lisos de los hastiales se han encontrado, á veces, delgadísimas planchuelas ó ramillas de cobre nativo; y en diversos sitios entre la pirita, principalmente en su extremo oriental, vetillas y manchitas de chalcopirita. La altura de la montera ferruginosa, desmontada casi del todo, fué de 40 á 72 m., según los parajes.

Minas de la Peña del Hierro.—A 3 km. al NE. de Riotinto, al pie del cabezo San Cristóbal, en el extremo meridional de la sierra del Padre Caro y término de Nerva. Su criadero encaja en las pizarras muy metamorfoseadas en el costado N. por la influencia del pórfido cuarzoso inmediato, y se acusa por crestones de hierro, entre los cuales sobresale un risco que las da nombre. Mide 300 m. de NO. á SE., con un ancho variable entre 26 y 110, y alturas de 3 á 70; su sección es elíptica, con un seno en su mitad oriental, al que corresponde una convexidad por el lado opuesto, disminuyendo el espesor en profundidad; en la parte central domina la pirita de hierro pura, y en los extremos N.NO. y S.SE. los minerales acusan una ley de 2,06 por 100, término medio, alternando fajas de pirita dura y compacta con otras terrosas y desagregadas.

Minas de La Chaparrita.—A 1 km. al NO. de las anteriores, entre las pizarras metamorfoseadas y las rocas hipogénicas de las faldas meridionales de la sierra de Cecimbre, hay otro criadero de la misma especie, apenas señalado por crestones ferruginosos, muy irregular en sus contornos, con diferentes ensanches y estrecheces,

muy inclinado al NE., de 90 m. de largo y anchuras comprendidas entre 8 y 21 m. En algunos puntos se divide en dos fajas, terminando en cuñas en diversos sentidos. Por su yacente se hallan las pizarras arcillosas muy descompuestas; en el pendiente, los porfiroides ó mimofiros con cristalitos cúbicos de pirita de hierro son tan abundantes, que la roca pasa á lo que los mineros llaman *azufrón*. Tres bolsones de pirita ferro-cobriza, cada uno de 30 m. cúbicos, hay inmediatos á la masa principal: uno en su prolongación al SE., y otros dos paralelos por su ensanche NO.

Los minerales de estas minas han sido de los de más alta ley de esta provincia, pues la proporción de chalcosina diseminada en su criadero era mayor de la que suele acompañar á las piritas generalmente. Aunque en pequeñas cantidades, también se encontraron la blenda y la galena.

Minas de La Poderosa.—A 9 km. al N. de Zalamea la Real, entre pórfidos y pizarras metamorfoseadas por el muro y pizarras poco alteradas por el techo, hay otro criadero de 248 m. de largo, con una anchura máxima de 30, terminando en cuña por sus dos extremos y á una profundidad de 90 con diferentes ondulaciones. Sus minerales han sido de los de mayor ley, á causa de su abundancia en chalcosina y chalcopirita, esta última aislada en manchas pequeñas y en filoncillos. La pirita de cobre amarilla se encuentra con preferencia en la parte occidental, y se ha observado que donde el cuarzo se hace ostensible, son más ricas las menas.

Minas de la Cueva de la Mora.—Junto al cabezo del Castillejo, á orillas de la ribera Olivargas, é inmediatas á la aldea La Dehesa ó Montes Blancos, también fueron explotadas en tiempo de los romanos, viéndose los asomos ferruginosos en una longitud de 400 m. desde dicha ribera al barranco de la Juliana, y un ancho máximo de 30. Arma el criadero en las pizarras metamorfoseadas y pórfidos morados con cristales blancos de feldespato, aquéllas con 2 m. de ancho en la parte N. ó del pendiente. Al S. del principal, separado por pizarras, hay otro mucho menor. El primero ensancha hasta 70 m. en su centro; se bifurca en los extremos; pero la cuña estéril del orien-

tal disminuye con la profundidad, é inclina de 60 á 77° N. 8° E. La ley media hasta los 40 m. de profundidad es algo menor del 3; pero en el respaldo S., y en una zona central, se sacaron partidas hasta del 6. La Compañía portuguesa explotadora arrancó 813283 toneladas desde 1876 al 87.

Criaderos de La Corte.—Situados á 8 km. SO. de Valverde, están comprendidos en una faja de terreno de 3 km. alineada al NO., y según ensayos hechos en Lisboa, su riqueza en cobre oscila entre 2 y 7 por 100; el hierro de 30 á 35, y el azufre de 43 á 50. El criadero principal corresponde á las minas *Poderosa* y *California*, acusado al exterior por óxidos de hierro, que tiñen las pizarras arcillosas metamorfoseadas de la caja ó que forman crestas discontinuas, asomando las rocas hipogénicas cerca del pendiente. En el yacente, una pizarra negra carbonosa separa las arcillosas de la masa de pirita. En el cabezo de las Torres simula el criadero un filón de contacto, y por el extremo opuesto se redujo á una masa de poca profundidad. Al nivel del segundo piso su espesor llegó á 15 m., reconociéndose la longitud de 500 con una galería que dió en una falla, cuyo salto fué de 5 m. al SO. La parte NO. es la más importante, y consta de varios ensanches y estrecheces, con espesores comprendidos entre 2 y 15 m. Algunas muestras contenían hasta 400 gramos de plata en tonelada.

Criadero de La Lapilla.—Cerca de las minas de *Tharsis*, á 3 km. al NE. del Alosno, en el contacto de las pizarras arcillosas metamorfoseadas del Culm que forman el yacente y los mimofiros que forman su pendiente, se halla este criadero, de que los romanos debieron sacar más de 15000 toneladas, á juzgar por los escoriales que allí existen. Inclina la masa 60° N.; se indica principalmente al E. por una montera de hierro, y se bifurca á P. en dos ramas muy próximas. La altura del sombrero de hierro varía de 25 á 48 m.; el espesor del criadero en su parte oriental es de unos 40 m. La ley media en cobre se acerca al 3 por 100 en la parte superior; pero disminuye en profundidad, pudiendo sospecharse que se reducirá la masa á una pirita de hierro dura y compacta de las más pobres.

A corta distancia del criadero anterior hay otros pequeños yacimientos de escaso interés, en los cuales se registró la mina *Vulcano.*

CRIADEROS DE ASTURIAS.—Muchos son los criaderos cobrizos encajados en la caliza de montaña de la provincia de Oviedo, principalmente en las inmediaciones de los Picos de Europa; pero pocos ofrecen suficiente abundancia para ser dignos de explotaciones importantes. Los de cobre gris con carbonatos de Ortiguero y Carreña de Cabrales, son de bella apariencia; en Porcillegas, al N. de Póo, se mezcla el cobre rojo con la hematites y el cinabrio, si bien demasiado escasos, y en Ameiva, al SO. de Sames, se descubrió otra vetilla insignificante de cobre gris, pirita y carbonato. Más digno de recuerdo es el criadero de la mina *Milagro,* cerca de Onís, explotada en la más remota antigüedad, antes de conocerse el uso del hierro y del acero, pues sus labores se hacían por el fuego, golpeando después los peñascos desprendidos con cuñas y mazas de cuarcita enmangadas con astas de ciervo.

También son de secundario interés los criaderos de cobre que hay á 8 km. SO. del Infiesto; los de Fombenita de Espinaredo; de Caldueño, cerca de Llanes; de Gobiendes, en la falda N. del Sueve; de Pozo Obscuro, en lo alto de Peñamayor, etc. En Peña Crespa, cerca de Villoria (Laviana), se exploló hace tiempo una gran bolsada de excelente carbonato verde, mezclado con pirita y cobre gris, sin hallarse después su continuación.

Vestigios de labores sumamente antiguas, cuyos rastros se han seguido en nuestro tiempo, existen sobre otros criaderos cobrizos muy irregulares en los prados de los Veneros y otros puntos del Aramo, entre Riospaso y Tuiza, y otros inmediatos. En el Aramo se asocia al de cobalto el óxido negro de cobre, cubierto de cutículas verdes y azules del carbonato, y la ley de sus menas oscila entre 15 y 25 por 100.

En el adjunto cuadro reproduzco la composición de varios minerales cobrizos de Asturias [1]:

(1) *Rev. Min.*, tomo VI.

COMPOSICIÓN	Llucias.	Ortiguero.	Cangas de Onís.
Cobre	15 á 31	29,74	34,51
Hierro	3 á 4	3,60	4,59
Zinc	2 á 3	3,35	3,26
Azufre	6 á 9	4,76	28,86
Antimonio	7 á 8	6,01	12,75
Cal y magnesia carburados	8 á 10	20,00	2,61
Residuo insoluble	38 á 55	32,00	9,10

Como se ve, la composición es muy compleja, rindiendo, además, 2 onzas de plata por quintal el segundo, y con algo de arsénico el tercero, que es parecido á los *fahlerz* de Freiberg.

Criaderos cobrizos de otras provincias.—Entre los varios criaderos cobrizos de León, citaré el filón en rosario, con ganga de cuarzo, que se extiende varios kilómetros desde el término de Calleja hasta el de Campo de la Lomba, pasando por los de Adrados é Inicio, alineado al O. 38° N. y en el que existe la mina *Ernesto*, que suministró hermosos ejemplares. Otro filón parecido encaja en la banda dolomítica que comienza en Valdeteja y Valverde de Curueño; sigue por Cármenes, Villanueva de la Tercia, Busdongo, Poladura, Casares y Oblanca, terminando en el siluriano.

De la masa hipogénica del pico Anayet (valle de Tena) pasan á las samitas hulleras filones y vetas de cuarzo con venillas y nódulos de piritas y carbonatos de cobre en exiguas proporciones.

Cobre gris con carbonatos en nidos y vénulas inaprovechables se observan entre las pudingas de la base del hullero del cerro de la Encarnación, en la cuenca del Biar (Sevilla).

CRIADEROS DE COBALTO Y NÍQUEL

Generalmente asociados á otros cobrizos, existen importantes minerales de níquel y cobalto en las dos vertientes de la cordillera cantábrica, tanto en la provincia de Oviedo como en la de León.

Minas asturianas.—Hacia la mitad del monte Aramo existen dife-

rentes trabajos, algunos muy antiguos, sobre diversos criaderos cobrizos, ya en bolsadas ó en mantos, cuyos espesores varían entre 30 cm. y 2 m. encajados en dolomía rosácea, deleznable junto á los soplados. Inclinan 45° O. y les constituyen una mezcla de óxidos de cobre y de cobalto, que contiene del 12 al 14 del primero y del 1 al 2 del segundo, éste con pequeñas cantidades ó ligeros indicios en muy pocas muestras de níquel y manganeso. El óxido de cobalto es compacto, duro, aunque excepcionalmente algunos ejemplares acusaron el 33 por 100 de ese metal.

También cerca de la Paranza, á 8 km. E. de Oviedo, se vieron trazas de cobalto negro en la caliza de montaña.

En la cañada por donde se comunican los valles de Peñamellera y Cabrales, al pie de los Picos de Europa, sitio nombrado los Picayos, en los confines de Asturias y Santander, encajan en la caliza carbonífera tres criaderos de sulfo-arseniuro de cobalto y níquel con algo de pirita de cobre y ganga de espato calizo, presentándose pequeñas cantidades de óxido negro de cobalto. Dos de esos criaderos son paralelos, inclinando 80° E., y el tercero los corta casi vertical alineado al NE.

En Carreña (Cabrales) y en Mier (Peñamellera) se han recogido muestras de los mismos minerales.

MINAS LEONESAS.—En el límite SO. de la gran mancha carbonífera y del devoniano, desde Valdeteja y Valverde de Curueño hasta las márgenes del río Luna en Oblanca, se extiende una faja dolomítica á que cruza el ferrocarril de León á Gijón entre Villamanín y Busdongo, pasando además por los términos de Cármenes, Villanueva de la Tercia, Poladura y Casares. Esta faja se alinea al O. 20° N.; mide en sitios hasta 200 m. de ancho; pero en otros se estrecha, y con variables pendientes sus bancos se doblan en un anticlinal, presentando en diversos puntos señales de minerales de cobre y de cobalto; pero sólo en la mina *Profunda* y en la *Carmina*, al S. de Casares, ofrecen alguna importancia.

Desde 1883 se explotó activamente en la *Profunda*, término de Cármenes, una bolsada casi vertical, de 30 m. de largo de N. á S. y

25 m. de grueso de E. á O. Las explotaciones antiguas se empezaron en los afloramientos, y después se dieron recortes á varias profundidades, comprobándose que el criadero baja poco más de 150 m., enclavado entre dos bancos verticales de dolomía, en contacto con la caliza carbonífera, habiéndose reconocido por dos niveles de recorte, en la parte del N., una pizarra muy carbonosa de 30 cm. de grueso. Cuando las dolomías son deleznables y ofrecen una textura arenosa, suelen ser ricas en cobalto, y cuando se hacen más compactas, contienen algo de cobre. Entre los minerales de este metal el más abundante es el cobre gris no argentífero, cubierto superficialmente de carbonatos azul y verde, viéndose también el cobre abigarrado, la pirita de cobre y el cobre rojo. El más abundante de los minerales de cobalto ha sido el óxido negro en pequeñas bolsadas é impregnando la ganga dolomítica, generalmente separado del cobre, á veces mezclado con éste, en cuyo caso le acompaña el arseniato. Las bolsadas y vetas son muy irregulares, tanto en sus dimensiones cuanto en su riqueza, llegando algunos trozos hasta contener el 30 por 100 de óxido de cobalto.

En opinión del Sr. Adán de Yarza (1), es de presumir que á medida que se aumenta en profundidad, se hallará la dolomía más metalizada, si bien nunca perderá el criadero la irregularidad de sus caracteres, siendo indispensable arrancar grandes masas de roca estéril. Los mineros consideraban como indicios de metalización el hallazgo de la dolomía roja, la cual en los dos respaldos del criadero termina en una zona de espato calizo blanco, tránsito á la caliza común carbonífera sin substancias metálicas.

A juicio del Sr. Oriol (2), debe atribuirse un origen metamórfico al horizonte metalífero que tan claramente determinan las dolomías con sus impregnaciones de cobre, cobalto y níquel, y la bolsada de *La Profunda* debe haberse formado por fenómenos de segregación lateral.

(1) *Rev. Min.*, C, tomo I, pág. 359.
(2) *Rev. Min.*, C, tomo VIII, pág. 382.

No baja de 20000 toneladas la cantidad de mineral que se arrancó de *La Profunda* de 1881 al 90, clasificándose en mineral de cobre de una ley á veces hasta del 33 por 100 de este metal, con 1 por 100 de cobalto y 1 de níquel, y en mineral de cobalto con el 14 por 100 de este metal, 4 de níquel y de 5 á 6 de cobre. De algunas muestras se sacaron hasta 27 por 100 de cobalto.

En el término de Villanueva de Pontedo apareció una cueva cuyas paredes estaban revestidas de minerales de cobalto con algo de níquel y cobre, constituyendo una bolsada que se exploró por las labores de la mina *Providencia*, y las cuales pusieron de manifiesto que el criadero se desviaba algunos metros al N. por la interposición de una cuña de caliza.

También es de cobalto y cobre la mina *Pastora*, sita en término de Rodiezno, entre Poladura y Busdongo, donde el mineral se halla diseminado entre la dolomía en varias masas irregulares y vetas generalmente inclinadas diversos grados al N. y al NE. En algunas de éstas el espato calizo forma varios lisos continuos, á modo de salvandas; masas hubo de más de 50 m. cúbicos, y vetas que en sitios pasaron de 2 de grueso.

Minerales parecidos se descubrieron en el paraje nombrado El Castillo, término de Viadangos de Arbás, en sitios inmediatos que llaman Las Chaniellas y cueva de los Cazones; en término de Fontún, donde se trabajó la mina *Deseada* sobre una pequeña bolsada; en el de Casares, donde se fijó la *Carmina* sobre una capa de dolomía inclinada 50° S. 40° O., con un espesor de 2 m., teniendo impregnaciones de los dos metales.

CRIADEROS DE ZINC

CRIADEROS DE LA PROVINCIA DE SANTANDER.—La provincia de Santander ha figurado constantemente á la cabeza de la producción de minerales de zinc, los cuales se ofrecen con mucha variedad en sus

condiciones de yacimiento y composición. Unos encajan en las grandes masas de la caliza carbonífera de los Picos de Europa y del Escudo de Cabuérniga; otros en el contacto de ésta y del trias, como en los valles de Peñarrubia y de Toranzo; otros entre dicha caliza y el hullero, como en Merodio (Asturias), sin contar los contenidos en rocas cretáceas, de que se tratará en su capítulo respectivo.

Constantemente se presentan en masas y bolsadas que á veces afectan en la caliza de montaña cierta regularidad á modo de filones-capas interestratificadas, casi enteramente de blenda, substancia que es reemplazada por la calamina acompañada de minerales plomizos cuando las masas son irregulares con los caracteres de una substancia que ha sido disuelta, concrecionándose después en formas estalactíticas, oolíticas ó como depósitos terrosos. La intervención del agua en su formación es evidente, habiéndose prolongado su acción hasta época muy moderna, según los restos de *Elephas, Rhinoceros* y otros mamíferos encontrados en varias minas de Udias.

Las calizas dolomíticas en grandes bancos cubren siempre los criaderos de calaminas de origen secundario, acompañadas de arcillas ó arenas arcillo-ferruginosas. En su conjunto los minerales de zinc del Norte de España se extienden por el cretáceo y el carbonífero en una zona paralela á la costa comprendida entre la provincia de Guipúzcoa y el concejo de Piloña (Oviedo), hallándose en la de Santander los criaderos más importantes, entre los cuales descuellan por su mayor riqueza los de la Sociedad *Providencia,* con sus dos grupos principales de Andara y de Aliva, cuyas menas después de calcinadas contienen del 60 al 70 por 100 de zinc.

Grupo de Andara.—Alineados al NO., como el eje de la cordillera, con buzamientos, ya al SO. (mina *Grandiosa),* ya al NE. (la *Atrevimiento),* los criaderos de Andara afloran entre la caliza de montaña en una longitud de 2 km., y afectan la forma de bolsadas ó de sacos aislados ó cerrados por completo en todos sentidos, ó con una abertura irregular por la que afloran. Las calaminas y blendas que los constituyen, casi siempre acompañadas de galena y alguna vez de piritas de cobre y de hierro, ofrecen la particularidad de hallarse

estratiformes, en delgados lechos concéntricos á las paredes en que se encierran, llegando en sitios hasta á 5 m. de grueso.

Hay otros criaderos que limitados ciertos trechos por planos continuos en dirección y profundidad, presentan á intervalos importantes ensanches en ambos sentidos, con estrecheces tales que se reducen á una simple guía, la cual si se prosigue conduce á un nuevo ensanche, y también en estos criaderos se hallan las calaminas en zonas paralelas á las paredes de la caja.

Algunas masas están dispuestas á modo de columnas retorcidas, ligadas á otros criaderos, y varios de éstos se relacionan con grandes huecos ó soplados en los cuales quedó impresa la huella de las aguas que por ellos circularon, con frecuencia rellenos de arcillas que envuelven trozos redondeados de calamina; esta última, en otros, está mezclada con fragmentos de caliza, y también los hay completamente vacíos, por los que circulan constantemente rápidas corrientes de aire húmedo y frio. Por fin, con labores subterráneas se descubrieron otros criaderos de una regularidad tan perfecta como los de un filón tipo.

Agrupa el Sr. Arce en dos secciones estos criaderos (1). La primera comprende los que tienen hastiales y salvandas de arcilla en toda su extensión, una dirección constante, una inclinación sin variaciones notables, están constituídos por calamina pura ó mezclada con espato calizo, con frecuencia encierran núcleos de blenda, y en ocasiones envuelven cristales de galena. Por lo general, la calamina es dura, cavernosa, de aspecto escoriáceo, con oquedades que denotan desprendimientos de gases al formarse, notándose efectos metamórficos, no sólo en ella, sino en la caliza que la limita, y en la cual no son raras las venillas de dolomía. «Por más que las aguas termales, agrega el Sr. Arce, hayan ejercido el principal papel en la transmutación de las blendas en calaminas, ni en éstas ni en las calizas dejaron señales tan evidentes de su intervención como en los criaderos

(1) *Apuntes acerca de los criaderos de calamina y blenda situados en los Picos de Europa. Rev. Min.*, B, tomo VI, pág. 82.

de la segunda sección. Estos, aunque sujetos á ciertas ondulaciones, son regulares y constantes en dirección y profundidad; presentan marcas indelebles del paso de las aguas que corroyeron y desgastaron la caliza de la caja, como se nota en las márgenes angostas de los ríos y torrentes, con la diferencia que en lugar de ser lisas y pulimentadas, las superficies son ásperas y carcomidas, como si aquélla hubiera sido atacada químicamente por un líquido corrosivo, y puntos hay en que la corrosión marcó líneas del nivel que tuvieron las aguas en diversas épocas. Las calaminas están dispuestas en lechos paralelos á las paredes de los criaderos, como si lenta y sucesivamente se hubieran ido precipitando unas sobre otras en las caras de las grietas. No es raro encontrar en los ensanches de los criaderos trozos de calamina que tienen un núcleo de caliza, alrededor de la cual se depositaron delgadas capas de la primera hasta adquirir un tamaño considerable, debiendo su origen al desprendimiento de pedazos de la caja en el líquido mineralizador.»

Las calaminas de esta segunda sección tienen á veces aspecto metamórfico, son sonoras y ofrecen gran dureza, y otras veces son sumamente blandas y delezuables, lo cual demuestra que no fué simultánea su formación, ni que en todos los puntos del criadero obraron los mismos efectos metamórficos, á pesar de que la roca de la caja en todos sus puntos es cristalina. En los tramos de estos criaderos, donde es mayor la potencia, afectan las calaminas un aspecto escoriforme de color negruzco, y también en ellas se encuentran nódulos de blenda, así como en la caliza que las envuelve. Estos puntos del criadero parece que fueron los centros de acción en donde las blendas, atacadas por las aguas termales en su mismo yacimiento, se transformaron en calaminas, y en parte fueron disueltas ó arrastradas por las mismas aguas á las grietas preexistentes, que corroyeron y agrandaron, precipitándose la calamina en las paredes de las mismas, obedeciendo á afinidades químicas en las que la caliza desempeña un papel importante.

Donde se notan fenómenos metamórficos se ve que las calaminas sufrieron una contracción ó reducción de volumen, acusada por el

hueco que media entre ellas y la caja del criadero; pero á veces el mineral está adherido á las paredes de la grieta, y en tal caso resulta el vacío en el centro de la masa de aquél. También se observan en las calaminas estratiformes varios repliegues de sus zonas, como si hallándose todavía blandas ó pastosas, hubieran sufrido empujes en distintos sentidos dentro de la misma caja, y que los separaron de la posición normal que tenían al formarse.

Grupo de Aliva.—Los de blenda afectan la forma de filones-capas sujetos á las mismas irregularidades que tienen los estratos de caliza en donde encajan, reduciéndose á veces su espesor á las caras de junta. A veces penetró la blenda en la caliza, formando una mezcla íntima con ella; en otras ocasiones se introdujo entre las pizarras sobrepuestas á las calizas, ó entre unas y otras, presentando en ambos casos minerales muy puros. No es raro encontrar en los aumentos de espesor de estas capas de mineral las blendas disgregadas en tierras formadas de cristalitos de exiguo volumen, entre los cuales alguna vez se hallan otros grandes y de gran belleza por sus colores y transparencia. En los sitios en que se descubren vestigios de algún canal por donde circularon las aguas mineralizadoras, se encuentra la blenda mezclada con calamina; y en ocasiones se distingue una línea de separación que marca el límite hasta el cual llegó la transmutación de la blenda en calamina, limitada hasta cierto espesor.

En algunos ejemplares se pueden seguir por grados insensibles los fenómenos progresivos del cambio, en los cuales se nota que en muchos casos conserva la calamina la misma textura que la blenda; en otros ejemplares se ve claramente que las aguas se insinuaron por las caras de unión de los grupos de cristales de blenda y aun por las líneas de crucero, y en estas superficies comenzó la transmutación, llegando sólo á cierto punto, dejando los cristales como engastados en delgadas masas de calamina. También se encuentran en estos criaderos grietas rellenas de calamina estratiforme, relacionados con los de blenda inmediatos y con caracteres idénticos á los del grupo de Andara.

Al N. y NO. de Aliva, en los picos de Peña Vieja, existen criaderos

de calamina parecidos á los de Andara, pero mucho menos abundantes.

Respecto al origen de estos criaderos, el Sr. Arce comienza por admitir que en un principio se formaron exclusivamente de blenda, la cual más tarde se transformó en calamina. «Es indudable, añade [1], que en épocas remotas los manantiales termales abundaron en estas montañas, en las cuales se observan las bocas que varios de ellos dejaron en la superficie, depositando masas importantes de cristales de espato calizo, y se ha podido observar en algunas labores el canal interior que recorrían, tapizado de cristales de la misma substancia. En muchos casos debieron tener su acceso por las mismas grietas que hoy constituyen los criaderos de calamina, y en otros por los canales que dieron acceso á las blendas. En el primer caso, las aguas dejaron grabadas huellas indelebles, y su acción no fué continua, pues dejaron marcadas las líneas de nivel que ocuparon en diversas épocas, afluyendo en reducida cantidad, pues no se desbordaban, y ejerciendo el trabajo de corrosión en la caliza, que marca sus distintas alturas en diferentes periodos. Por otra parte, puede imaginarse que no siempre traían esas aguas en disolución las mismas substancias, ó que cambiaban su contenido en contacto con la blenda y con la caliza, en virtud de las reacciones químicas que se operaban; y sólo así se comprende cómo en un criadero se encuentran masas importantes de espato calizo exclusivamente en unos puntos, mientras en otros se mezcla con la calamina. Las grandes afinidades entre el carbonato de cal y el de zinc se demuestran por las cristalizaciones de espato calizo á que reemplazan en su masa por las calaminas, conservando perfectas sus formas, unas veces metamorfizados estos cristales y con gran dureza, y otras con el aspecto en su fractura de la calamina ordinaria ó terrosa.

»Que en ocasiones las blendas fueron transformadas en calaminas en el mismo yacimiento, lo demuestran los trozos de blenda implantados en la caja, los núcleos que se encuentran en los fragmentos

(1) *Rev. Min.*, B, tomo VI, pág. 91.

de calamina y los nudos de hematites enclavados en el carbonato de zinc procedentes de los nódulos de pirita de hierro, que también se observan en las vetas de blenda. Las aguas que circularon por los soplados, de que hablamos anteriormente, actuaron de diferente manera, según lo demuestra el desgaste de las paredes y el de los trozos de calamina y de caliza que los rellenan en parte.

»Fijándose en todos estos hechos, se comprende que la acción lenta, pero prolongada por un espacio de tiempo considerable de las aguas termales, obraron directamente sobre las blendas, favorecidas por una presión y una temperatura de las cuales no es posible formarse idea actualmente, auxiliada por los gases y sales que traían en disolución, y en presencia con la caliza, forzosamente habían de producir reacciones químicas, efectuando cambios radicales en ellas y en las blendas.

»En muchos casos en un mismo yacimiento se transformaron las blendas en calizas, conservando éstas la textura de aquéllas; en ocasiones el desprendimiento de gases originó los huecos de las calaminas cavernosas; en otras el zinc se disolvió en las aguas y fué transportado á diversas distancias hasta las grietas cuyas paredes corroían y agrandaron y depositándose en los huecos y depresiones que hallaron á su paso. Las mismas aguas termales dieron origen á las fajitas de dolomía, casi nunca en contacto con los criaderos, si bien alguna vez existen en éstos pequeñas manchas de esa substancia, acusando al propio tiempo la esterilidad. Fué creencia general que sin la presencia de las dolomías no era posible la existencia de la calamina, y recíprocamente; pero esto es inexacto, pues hay muchos parajes donde las dolomías tienen gran desarrollo, sin que haya indicios de mineral de zinc, como al NO. del camino de Porres á Aliva, en la peña de la Ventosa, entre Tinamayor y Potes, etc.

»Lo que no puede menos de admitirse es que son fenómenos muy semejantes los de la transformación de la caliza en dolomía y de la blenda en calamina, debida en ambos casos á las aguas calientes ascendentes cargadas de bicarbonato de magnesia. Armando siempre los criaderos de calamina en calizas de diversas edades, por ser és-

tas necesarias para la transformación de las blendas, es evidente que debiendo su origen ambos minerales á causas semejantes, y encontrándose en presencia del carbonato de cal para su formación, ha de parecer raro que no haya dolomías; pero lo cierto es que en los Picos de Europa las fajas de dolomía están lejos de los criaderos, y si en ocasiones alguna venilla de esta roca aparece en ellos, es para que esterilice.»

Otros hechos comprueban en estos criaderos que en aquellos puntos en que las aguas calientes no estuvieron en contacto con las blendas, éstas no sufrieron la menor alteración á pesar del metamorfismo de las rocas de la caja, como se ve en ciertas masas de blenda implantadas en la caliza, que sólo distan algunos centímetros de otras de calamina.

Las calaminas de estos criaderos varían mucho de textura, color, dureza y densidad; rara vez las tiñen los hidróxidos de hierro; á veces las mancha de rojizo vivo una pequeñísima proporción de cinabrio, así como los carbonatos de cobre dan á algunas bellos matices verdes y azulados. La galena se mezcla con ellas y con la blenda hasta pequeñas profundidades. Prescindiendo de estas mezclas accidentales, están compuestas de carbonato de zinc con agua de cantera, que pierden al aire libre, y de exiguas cantidades de arcilla y de sílice. Las infinitas variedades de ellas pueden agruparse en cuatro principales: 1.ª, las de diversos colores, duras, sonoras al choque y llenas de oquedades; 2.ª, las estratiformes metamorfizadas y terrosas; 3.ª, las que conservan la textura de la blenda de que proceden; y 4.ª, las botroides y concrecionadas mezcladas con las anteriores.

Como excepción y con rareza se encuentran ejemplares de calamina estalactítica, blanda como la nieve, de igual textura que las estalacticas calizas; también la hay foliácea y blanca, compuesta de delgadísimas capas. Estas dos variedades son de reciente formación, y existen en los huecos de los criaderos en que las aguas se filtran á través de la calamina, arrastrando algunas partículas de ésta.

También son muchas las variedades de blendas, pues las hay desde negras á las de amarillo de limón, terrosas, compactas y crista-

linas, y en estas últimas, desde las formadas por cristales microscópicos en prismas oblicuos, hasta las de gran volumen. Las hay tan blandas que con la presión de los dedos se deshacen, y otras tan duras que producen chispas con el choque de las herramientas.

Todos estos minerales son muy ricos en zinc, pues la ley de la calaminas crudas llega al 47 por 100, y la de las blandas al 62, oscilando del 54 al 59 la riqueza de los minerales en masa que se exportan á Amberes, y del 45 al 52 el de las tierras lavadas.

En el extremo oriental del valle de Peña Rubia, cerca de Celis y Puente Nansa, existen otros criaderos de calamina de idénticas condiciones, pero mucho menos ricos, si bien los minerales son excelentes. En el contacto de la caliza carbonífera y de las areniscas triásicas yacen las minas de Cuetos Rubios, en la misma provincia de Santander.

Otros criaderos de zinc.—Ni con mucho tienen la importancia que los de Santander los criaderos de zinc encajados en la caliza carbonífera asturiana, tales como los de la Peña Peruyesa ó de Samielles (Laviana), los de Posada y otros puntos del concejo de Llanes; los de Sebreño, al O. de Rivadesella; los de Llonín, Bores, Panes y Merodio (Peñamellera). Las calaminas terrosas y granudas de la Cueva Rota y Vallinas, encajadas en la caliza dolomítica, se componen de 34 á 56 por 100 de óxido de zinc, 19 á 31 de ácido carbónico, 0,8 á 2,70 de óxido férrico y de 9 á 45 de residuo insoluble silíceo-arcilloso con cristalillos de cuarzo.

En Valdeón (León) un criadero de calamina con blenda y galena se alinea N. 38° O.; en Villafrea también existen algunas señales de la misma substancia, así como en Riaño, donde inclina al NO. un filón de 75 cm., al que acompañan la pirita y los óxidos de hierro.

En los picos de Pando, términos de Brañosera y Redondo, á 14 km. de Barruelo (Palencia), encajan en la caliza carbonífera dos grupos de criaderos de zinc: en el del N. se encuentran tres filones, ó más bien filas de bolsadas inclinadas al N., y en el del S., sito junto á la caverna del Coble, hay otras varias irregulares. El mineral más abundante es la calamina, con la que se asocian la blenda, la gale-

na y las piritas cobrizas, y después de calcinado rinde del 52 al 55 por 100 de zinc.

Otra veta en rosario de calamina, cuya mineralización es bastante irregular, inclinada al NE., encaja también en la caliza del sitio nombrado Las Cárcavas, en el arroyo de Triollo, asociándose también á aquélla la galena y la pirita de cobre; y de menor interés parecen ser otros criaderos de calamina con ganga de cuarzo, sitos más al E. en el paraje nombrado Párdigo, en las vertientes de Curavacas y Espigüete y en la sierra de los Redondos.

CRIADEROS DE HIERRO

Mucha menor importancia que los enclavados en el devoniano y en el cretáceo tienen los criaderos de hierro del carbonífero; pero no dejan de citarse unos cuantos en la región cantábrica, principalmente en Asturias.

Criaderos asturianos.—La caliza carbonífera de Asturias encierra varias bolsadas de minerales de hierro, correspondientes á dos tipos distintos. Unas compuestas de óxidos rojos en formas botroides ó en riñones duros, constituyendo oligistos fibrosos, como en Lorio, ó aglomerados en una pasta amorfa, blanda, arcillosa, suave al tacto, como en la Grandota, de color rojo violado, con numerosas geodas de oligisto negro, de espato flúor y cuarzo. En algunos puntos el mineral es más blando y arcilloso, sumamente puro, grasiento, reuniendo excelentes condiciones para el revestimiento de los hornos de bolas. El otro tipo de bolsadas es de hematites pardas cavernosas, acompañadas de pirita que acusa su origen epigénico.

El hullero de Asturias es pobre en minerales de hierro, tales como las almagreras de Aller, que son de secundaria importancia.

Entre 1 y 2 km. al S. de Colunga cruza las capas carboníferas un criadero de riquísima hematites roja fibrosa, alineando N. á S. y ensanchando en algunos sitios con 3 m. de espesor.

En el extremo oriental del concejo de Aller existen ricas muestras

de hematites roja, así como en la Almagrera de Lena, al SO. de Telledo, en la peña de Villa, sobre Frieres (Langreo). El carbonato de hierro litoide abunda en la pizarrilla de Amieva, según se dijo, y también se hallan muestras de la misma substancia al S. de Hevia (Siero) y en varios puntos de Mieres.

En la Peña de la Tesa, concejo de Lena, hay un criadero de óxido férrico que en algunas muestras tiene hasta 10 por 100 de óxido de manganeso; en los Veneros (Langreo) encaja en la caliza un oligisto escamoso con cristalillos de cuarzo, compuesto de 78,46 de óxido férrico, 3,40 de alúmina, 12,52 de residuo cuarzoso, 4,71 de agua combinada; y por fin, masas concrecionadas de hematites se ven por varios sitios entre la caliza del Aramo.

A continuación se expresa la composición de cuatro muestras distintas hace tiempo ensayadas:

	1	2	3	4
Oxido férrico	43,00	75,66	61,18	69,92
Idem de manganeso	7,49		11,68	11,40
Alúmina	1,81	3,17	6,60	2,10
Carbonatos de cal	38,28	1,83	8,04	trazas.
Azufre	1,95	1,39	»	»
Agua y pérdidas	2,68	13,45	7,70	2,10
Residuos arcillosos	4,78	4,50	10,80	14,40

El núm. 1 es de la mina *Bizarrera*, del Aramo; el 2 de la *Francisca*, del mismo monte; el 3 de la *Grandola*, de Oviedo, y el 4 de Lagos.

CRIADEROS DE HUELVA.—De hematites roja son generalmente las grandes masas ferruginosas que coronan en la provincia de Huelva los crestones de los criaderos cobrizos, de cuya descomposición proceden (1). En unos sitios la hematites es terrosa; en otros compacta, á veces cavernosa, ó bien arriñonada de colores irisados con brillo metálico, hermosa variedad que abunda en las laderas septentrionales de los cerros Salomón y Colorado, en Riotinto.

(1) Véase pág. 123 del tomo anterior.

En los criaderos de *El Valle* y de *San Dionisio,* del mismo término, los contornos de las masas ferruginosas, ó sea del sombrero de hierro de aquéllos, señalan perfectamente al exterior la figura del relleno piritoso, y lo mismo se observa en el respaldo meridional de la masa de *Nerva,* antes de que la labor á cielo abierto la hiciera desaparecer. «Pero, según agrega el Sr. Gonzalo (1), ya no es tan fácil reconocer igual correspondencia en el límite septentrional de ese criadero, porque los escombros, debidos á hundimientos y derrumbes del cerro Colorado, lo ocultan en gran garte. En otros criaderos están cubiertos esos límites por mantos de acarreo.»

El límite inferior ó superficie de contacto de la montera ferruginosa y las masas de pirita desciende del NO. al SE. en los criaderos del Norte de Riotinto.

Aparte de estos crestones ferruginosos, las pizarras metamorfoseadas y los pórfidos en que arman los criaderos de pirita, suelen estar penetrados de óxidos de hierro, que ya se reducen á dar un color rojizo á esas rocas, ya pasan á un conglomerado cuarzo-ferruginoso. El respaldo septentrional del criadero de *Nerva* está, por ejemplo, constituído por una faja de rocas penetradas por substancia férrica, compactas ó cavernosas, muy duras, de color rojo obscuro con manchas amarillas de limonita, abundantes granos de cuarzo hialino y geodas tapizadas de cristalitos de oligisto.

Criaderos de hierro de otras provincias.—Puede ser que correspondan al devoniano mejor que al carbonífero las areniscas muy ferruginosas que sobre la izquierda del Esla se alzan en Argovejo, al N. de bancos parecidos de Aleje y Alejico.

En la peña de los Cepos, término de Urrez (Burgos), próximo á las capas de carbón, hay un lecho de oligisto de buena calidad, y otro de hematites en Pineda.

En varios puntos de la cuenca de Bélmez, principalmente en las inmediaciones de Espiel, hay varios lechos irregulares de hierro carbonatado litoide, algunos de los cuales alcanzan en sitios hasta

(1) *Descr. fís., geol. y minera de la prov. de Huelva,* tomo II, pág. 307.

1 m. de espesor. El mineral es menos abundante de lo que se creyó á mediados de siglo, y su ley llega difícilmente al 35 por 100 (1).

Hematites roja con ganga calizo-arcillosa existe á 1 km. NO. de Villafranca de Córdoba en capas que suponemos carboníferas. La ley media de sus minerales es del 52 por 100.

CRIADEROS DE MANGANESO

CRIADEROS DE LA PROVINCIA DE HUELVA.—Los criaderos más importantes en este sistema han sido los de la provincia de Huelva, habiendo reseñado en el capítulo V los caracteres generales, tanto de los silurianos ya descritos, cuanto de los que arman en el Culm, y son los que siguen:

Criaderos del Granado.—Pasaron de 100000 toneladas las cantidades extraídas de sus dos minas principales *Luisa* y *Santa Catalina;* y los criaderos de esta última son el mejor ejemplo de grandes lechos de manganeso enclavados en los jaspes, ó entre éstos y las pizarras arcillosas con *Posidonomyas.* Con algunas interrupciones se extendían en más de 1 km. de longitud con bastante anchura, llegando en profundidad á más de 100 m.; y tanto por su abundancia cuanto por su proximidad al Guadiana, á pesar de ser sus menas menos puras que las de otros términos, competían ventajosamente con ellas.

Criaderos de Villanueva de los Castillejos.—La mayor parte se hallan al pie meridional de las sierras del mismo pueblo, que se extienden de E. á O. en 18 km. de longitud, inmediatos á las masas hipogénicas, alcanzando poca profundidad y una ley en grados clorométricos bastante baja. Entre las minas fué notable la nombrada *Segura,* una de las más antiguas, donde fácilmente se explotó un lentejón que produjo en breve tiempo 3500 toneladas.

Criaderos del Cerro.—Aparte de otros encajados en el siluriano,

(1) *Rev. Min.*, tomo XVIII, pág. 67.

fué notable entre los del Culm el de la mina *Juana*, sito junto á los pórfidos del cerro de Los Gatos, al E. de Tharsis, que rindió en doce años 180000 toneladas de mineral, que á veces llegó á 80°.

Criaderos del Alosno.—Entre los muchos criaderos del término del Alosno, citaré los de Risco-Baco y Curanderillo. Situados al N. del pueblo, sobresalen los primeros con unas crestas de jaspe rojo obscuro y cavernoso, surcado de vetas de cuarzo amarillo, y aunque sus minerales eran bastante impuros, se estimaban en el mercado gracias á la preparación mecánica muy esmerada á que se sometían; pero se agotaron á los 35 m. de profundidad. La mina *Nuestra Señora del Pilar*, sita en Curanderillo, al E. de la Lapilla, comenzó en 1860 á explotar una bolsada encajada entre los jaspes por el yacente, seguidos de arcillas cruzadas de vetas de cuarzo blanco, y á los 25 m. se agotaron igualmente las menas.

Criaderos de Almonaster y Campofrío.—Casi todos fueron de menas más pobres y de preparación mecánica más costosa que los de Calañas y El Alosno, y la mina más productiva fué *La Grulla*, á 5 km. S.SO. de la aldea El Patrás, sita en el extremo occidental del grupo, cuyos minerales eran menos ferruginosos y menos silíceos que los del extremo opuesto.

Otros criaderos de menor interés se explotaron en los términos del Almendro, Zalamea, etc.

Criaderos de Asturias.—Varios son los puntos de Asturias de donde se sacaron trozos sueltos y cantos rodados entre tierras procedentes de la desagregación de rocas carboníferas, y en tal caso se hallan los de ciertos puntos de las montañas de Covadonga, de la sierra de Alevia sobre Abandames (Peñamellera), de la caliza de Póo y de Cabrales, de ciertas tierras de la Vega de Colunga, etc. Según ensayos hechos hace tiempo por Paillette [1], los manganesos de Covadonga contienen: peróxido de manganeso, 50,98; sílice y arcilla, 19; carbonato de magnesia, 10,40; carbonato de cal, 1,60; óxido férrico, 10,60; agua y pérdida, 1,42, y trazas de barita.

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, tomo VI, pág. 588.

CRIADEROS DE CINABRIO

Criaderos de Asturias.—Aunque interrumpida por grandes intervalos sin señal de mineral, ajustada á las inflexiones y curvas de los estratos hulleros, cruza el grupo central carbonífero de Asturias una faja cinábrica de 30 km. de longitud, con un ancho irregular que en algunos sitios llega á 200 m., pero generalmente reducida á menos de 20. Se extiende desde Castiello de Lena por los montes Naredo, Brañallamosa, Maramuñiz, Muñón-Cimero y Cenera; cruza el valle de Mieres, y se prolonga por el de San Juan hasta el de Langreo; y en tan considerable espacio ya se encuentran señales de mineral en la arenisca resquebrajada ó en la caliza, ya en la pizarra arcillosa ó en una brecha cuarzosa, y á veces en el mismo carbón de algunos bancos, por lo regular en vetillas y costras aisladas. Impregna de preferencia á las pizarras en venas de 2 á 5 cm., irregularmente estrechadas ó ensanchadas repetidas veces, formando nudos aislados en las caras de junta de los estratos, rellenando las fisuras de la roca, en granos ó en simples motas diseminadas sin orden. Cuando impregnan algunos trozos de carbón, como éste no ofrece en su aspecto alteración alguna y llega á dar al ensayo hasta 34 por 100 de materias volátiles, asentó Prado (1) que el advenimiento de las substancias metálicas ocurrió á bajas temperaturas.

Mezcladas con el cinabrio se hallan las piritas de hierro arsenical, la farmacolita ó cal arseniatada y el rejalgar, que en sitios abunda extraordinariamente.

La zona más rica está junto á la Peña, cerca de Mieres, donde los romanos explotaron el cinabrio, habiéndose descubierto nuevamente el criadero en 1845, desde cuyo año se viene beneficiando sin interrupción. Hasta la profundidad de 50 m., el cinabrio escaseó bas-

(1) *Rev. Min.*, tomo VI, pág. 60.

tante; pero más abajo se presentó con mayor abundancia en una zona de 3 m. de anchura.

Carecen de interés industrial ciertas señales de cinabrio encontradas en diversos puntos de la parte oriental de Asturias, tales como los cristales que se hallaron en Caravia la Alta, las muestras recogidas en Moro á 10 km. S.SO. de Infiesto, las manchas mezcladas con mineral de cobre en Porcillegas al N. de Póo de Cabrales, etc. En Pelúgano (Aller), al S. del concejo de Riosa, en Somiedo, y cerca de Sama de Langreo, se han visto también indicios sin importancia.

Cinabrio de los Picos de Europa.—En el centro del criadero de calamina de la mina *San Carlos*, situada en el punto más elevado de la collada de Andara, encajó una vetilla de cinabrio de 2 centímetros de grueso.

OTROS MINERALES

Criaderos plomizos.—Carecen de importancia los criaderos plomizos correspondientes á este sistema. Ligeras muestras de galena argentífera se recogieron en Leces, cerca de Rivadesella; en Labra, cerca de Cangas de Onís; en Alles (Peñamellera) y en la Caisea y Nunciales (Cabrales). Los criaderos de estas últimas localidades se alinean al NE., y se trabajaron un poco hasta 1876, en que se abandonaron, tanto por su escasez cuanto por las grandes dificultades para el transporte.

El criadero principal del Pico Dobra, inmediato á Puente Viesgo, es el nombrado del Bardalón, que á mediados de siglo se empezó á trabajar como mina plomiza, en el contacto del triásico y el carbonífero, con una longitud de 3 km. y la anchura de 1. La galena se presenta en nódulos envueltos por arcilla, según se observa también en las inmediaciones de las Caldas de Besaya.

En Aguinaga, término de Irún, se intercalan entre lechos carboníferos algunos filones-capas de cuarzo, espato-flúor y siderosa con algo de galena, inclinados 50° E. 10° N., con espesor de un metro,

término medio, si bien sólo una fracción muy pequeña es aprovechable.

En la caliza carbonífera inmediata á Llerena hay varias bolsadas de galena y vetillas de minerales cobrizos argentíferos, de menor interés que los encajados en sistemas más antiguos.

Entre los muchos criaderos plomizos contenidos en el Culm de la provincia de Huelva, citaré el de la mina *Doncella*, sita en Los Barros, término del Almendro, cuya galena, con algo de carbonato, forma nódulos y venas que impregnan las calizas y pizarras arcillosas, inmediatas á los pórfidos y dioritas.

Minerales de antimonio.—Se citan bolsadas de estibina en Burón, cerca de Riaño (León); corta las pizarras arcillosas de la mina *Providencia*, término de Cármenes, un filón fuertemente inclinado al N., que contiene desigualmente repartido el sulfuro de antimonio con una riqueza media de 8 por 100 de metal; en el de Horcadas hay otro inclinado al NE.; en el de Escaro otro que buza al SE., y en el de Mañara otro poco explorado.

En la Navaliega, término de San Lorenzo de Felgueras, concejo de Lena (Oviedo), se explotaron hace tiempo, en las minas *Flor-Redonda* y *Casilda*, unas bolsadas y vetas ramificadas de sulfuros y óxidos de antimonio que desaparecían á pequeñas profundidades.

Cuarzo.—Recuérdese que es un carácter general de la caliza de montaña en la región del NO. la abundancia de cristales de cuarzo bipiramidales. En la provincia de Santander abundan, entre otros sitios, en las inmediaciones de Puente Viesgo, Caldas de Besaya, Cicera y la Hermida, á la entrada del valle de Lamasón, etc.

Barita.—Algunos filones de contacto existen de esta substancia teñida por limonita en el Culm de Huelva, cual se observa en el cabezo de Vera Cruz, término de Sanlúcar de Guadiana, en el de Doñalonso, del de Lepe y junto al cementerio del Alosno. donde la acompañan pequeñas cantidades de galena argentífera.

Nitro.—Eflorescencias de sulfato de potasa se hallaron en contacto de la hulla por las paredes de la abandonada mina *San Rafael*, de Valdesotos (Guadalajara).

FOSFORITA.—Entre la caliza de montaña de la cuenca de Bélmez, se encontraron hace veinticinco años diversos yacimientos de fosfórita que por lo superficiales y de fácil arranque, se explotaron rápidamente en poco tiempo, no quedando hoy más que leves señales y rastros de las arcillas rojas ferruginosas, entre las que venía el mineral rellenando grietas y oquedades irregulares de dicha roca. Figuró entre los principales el de Piedra Redonda, en las vertientes meridionales de la sierra de Espiel, dirigido casi vertical y flexuoso al O. 38° N., con repetidos ensanches y estrecheces, esparciéndose en grandes bolsadas, una de las cuales, aparte de las cuñas de caliza que encerraba en su centro, medía 600 m. cuadrados de sección. Otras parecidas, aunque mucho menores, se explotaron en las vertientes NE. del cerro del Castillo de Bélmez, cerca de su contacto con el hullero y en las faldas SO. de la sierra Palacio.

En grietas alineadas al NO., entre las calizas del cerro del Castillo de Bélmez se encontraron hace veinticinco años diversas bolsadas de fosforita concrecionada, depositadas en la caja por zonas concéntricas entre masas irregulares de arcilla roja ferruginosa. Pronto fueron totalmente explotadas, siendo la ley del 76 al 77 por 100. Entre 2 y 3 km. más á P., en la caliza de la sierra Boyera de la misma villa, arman criaderos análogos, de que apenas restan señales, entre las cavernas abiertas para su explotación.

La fosforita agatoide de Bélmez está constituída por zonas alternantes translúcidas y opacas, de brillo resinoso, blanquecinas y salpicadas por dendritas de manganeso. Al microscopio las zonas transparentes aparecen perfectamente isótropas, y las opacas no lo son más que en parte, presentando todo el mineral microsferas concrecionadas que, colocadas entre los nícoles cruzados, parecen granos de fécula, indicando estos caracteres que aquél se halla formado de fosfato de cal y sílice hidratada coloide.

Con esta fosforita se asocia una marga pétrea fosfatada, que en contacto con la caliza parece una termántida; pero que poco á poco pierde su dureza y pasa á una brecha que empasta huesos de aves, mandíbulas y dientes de roedores y otros restos animales.

Admitiendo un origen hidrotermal á la fosforita, el Sr. Calderón supone (1) que las aguas geyserianas que transformaron las calizas, también transformaron las margas huesosas más modernas que atravesaron

FUENTES MINERALES.—Termales son en su mayor parte los manantiales de aguas minero-medicinales que brotan en este sistema, y son muy numerosos principalmente en la provincia de Oviedo, entre ellos los muy copiosos de las Caldas de Priorio, que manan entre la caliza carbonífera, muy próximos á las rocas devonianas. Igualmente emergen entre aquélla las termales de Caleao, de las Mestas del río Ponga y las Caldas de Tornín, sitas á orillas del Sella, entre Sames y Cangas.

En el contacto de las calizas carboníferas y de las areniscas triásicas, á orillas del Besaya, en el pintoresco Valle de Buelna, existen más de 40 manantiales minerales, los más importantes de los que son los 4 de Caldas de Besaya, cuyas aguas son claras, transparentes, inodoras, de sabor algo picante y salado, con la temperatura de 37°,5. Según ensayos de D. J. J. Argumosa, 20 onzas dejan un residuo de 45 granos de un residuo negro compuesto de 25 de cloruro sódico, 15 de cloruro magnésico y 5 de sulfato cálcico y otros, añadiendo que en cada pie cúbico se encierran 4,5 pulgadas cúbicas de ácido carbónico libre.

Tres son los manantiales que salen de la caliza carbonífera de la Hermida á 500 m. del pueblo, y cuyas aguas son claras, transparentes, inodoras y un poco saladas, si se prueban después de enfriadas. La temperatura del agua de la fuente sita en la ribera derecha es de 49°,5, según Maestre, y la de la fuente izquierda es de 42. Según análisis de Lletget y Moreno, 26 libras medicinales contienen 104 granos de substancias fijas, entre las cuales hay 83,5 de cloruro sódico, 12,5 de sulfato cálcico, 4 de carboneto cálcico, 1 de sulfato magnésico, 1 de sílice y 0,5 de materia orgánica.

En contacto de la caliza carbonífera con el trias, lo mismo que en

(1) *Bull. Soc. geol. France*, 3.ª serie, tomo VII, pág. 12.

la Hermida, mana á la derecha del río Pas la caudalosa fuente de Puente Viesgo, cuyo caudal es de 80 cántaros de 34 libras por minuto; su temperatura de 35°, y su composición en una libra castellana, según análisis algo antiguo, es la siguiente: cloruro sódico, 7,86 granos; sulfato sódico, 2,02; bicarbonato magnésico, 2; cloruro magnésico, 1,68; sulfato cálcico, 1,45; sulfato magnésico, 1,08; bicarbonato cálcico, 1,07; cloruro cálcico, 0,91; sílice, 0,07.

Entre las muchas fuentes de aguas furruginosas que brotan en este sistema, merecen citarse las de San Salvador de Cantamuga, la de Areños y la del puente de Tremaya (Palencia); y por fin, las aguas sulfurosas frías de Mogrovejo, muy afamadas en el país para la curación de las enfermedades de la piel, se hallan en la cuenca hullera de Valderrueda (León).

ÍNDICE

CAPÍTULO VI

Sistema devoniano.

CAPÍTULO VII

Sistema carbonífero.

CATÁLOGOS

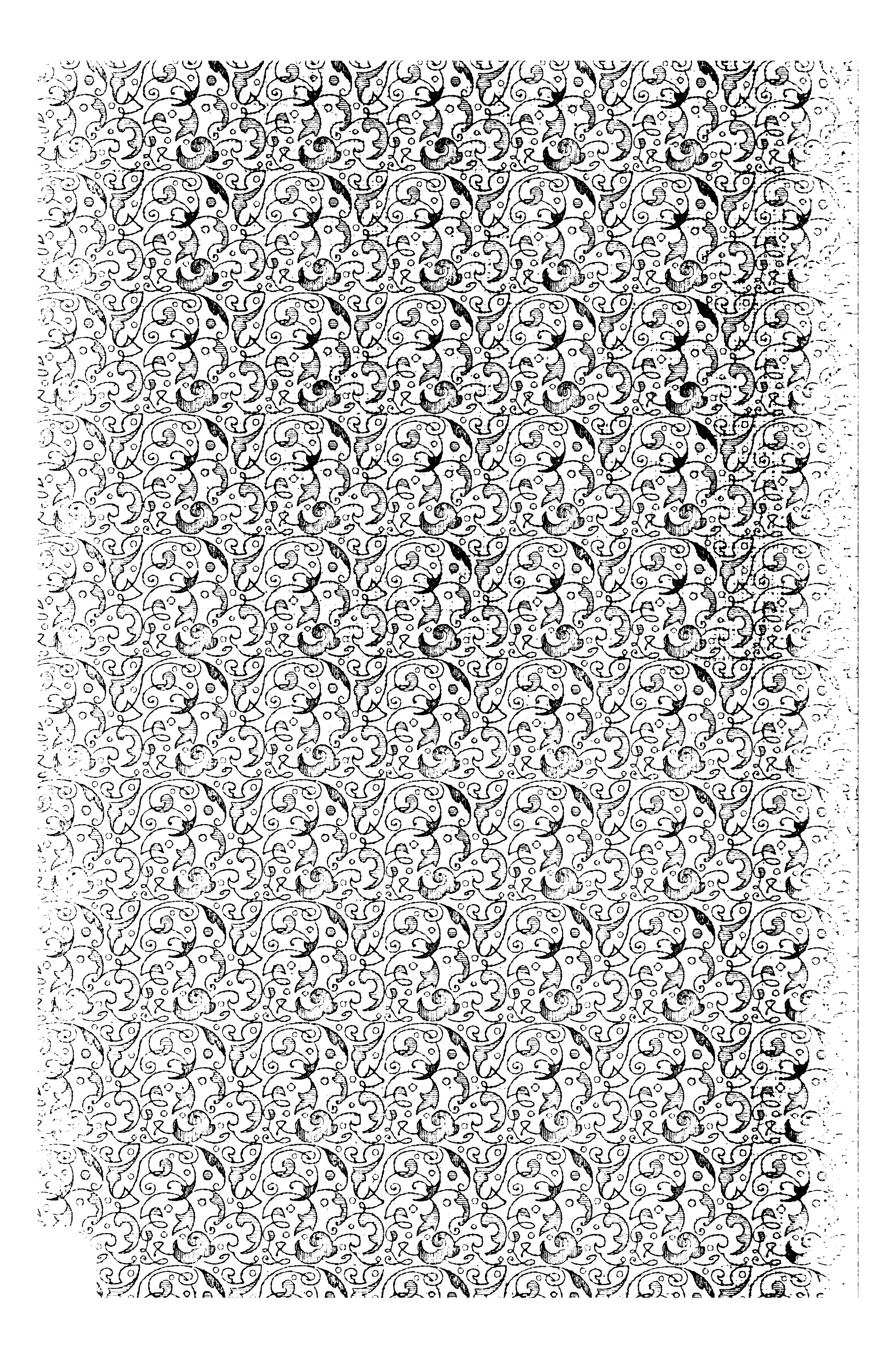
MALLADA (D. L.)—Explicación del Mapa geológico de España. Tomo III. Sistemas devoniano y carbonífero.—Memorias de la Com. del Mapa geol. de España.—Madrid, 1898: un vol. de 413 páginas en 4.°, con 37 grabados en el texto.

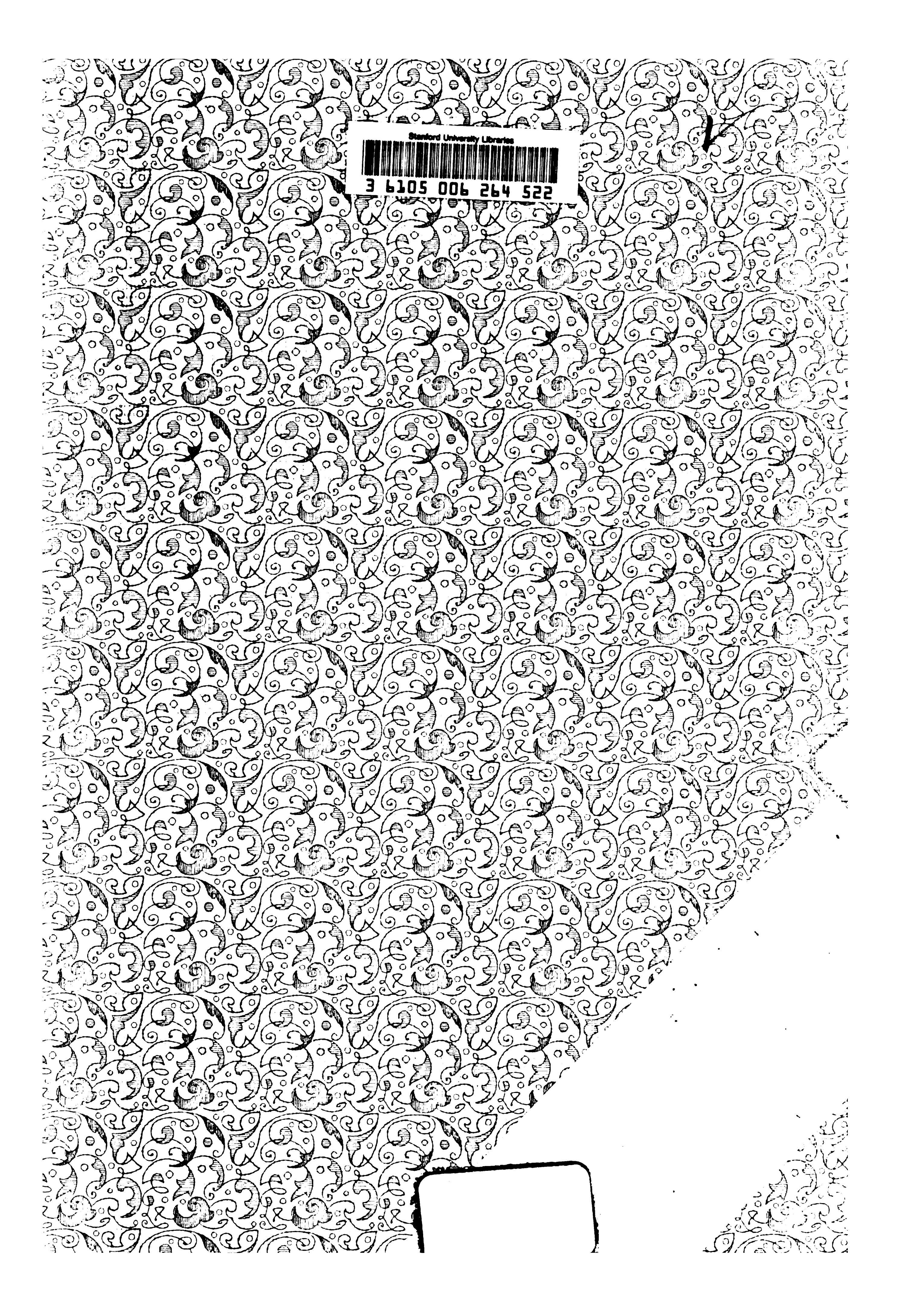
ESPAÑA.—Memorias de la Com. del Mapa geol. de España.—Explicación del Mapa geológico de España, por L. Mallada. Tomo III. Sistemas devoniano y carbonífero.—Madrid, 1898: un vol. de 413 páginas en 4.°, con 37 grabados en el texto.

DEVONIANO.—Memorias de la Com. del Mapa geol. de España.—Explicación del Mapa geológico de España, por L. Mallada. Tomo III. Sistemas devoniano y carbonífero.—Madrid, 1898: un vol. de 413 páginas en 4.°, con 37 grabados en el texto.

CARBONÍFERO.—Memorias de la Com. del Mapa geol. de España.—Explicación del Mapa geológico de España, por L. Mallada. Tomo III. Sistemas devoniano y carbonífero.—Madrid, 1898: un vol. de 413 páginas en 4.°, con 37 grabados en el texto.

MEMORIAS DE LA COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.—Explicación del Mapa geológico de España, por L. Mallada. Tomo III. Sistemas devoniano y carbonífero.—Madrid, 1898: un vol. de 413 páginas en 4.°, con 37 grabados en el texto.




Stanford University Libraries
3 6105 006 264 522

